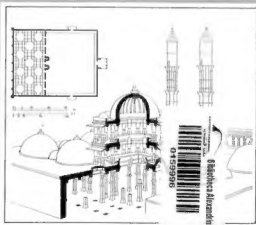
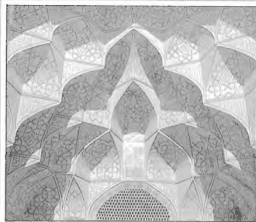


مختصر علوم الهندسة
الجزء الثامن

تصميم وجاب
عناصر المنشآت الحجرية

إعداد المهندس المعماري
عبدنبيكي



مختصر العلوم الهندسية
الجزء الثامن

تصميم وحساب عناصر المنشآت الحجرية

. خصائص المواد البنائية وأشكالها المتاحة
. الحسابات الإنشائية
. مثال تطبيقي

إعداد المهندس
عماد محمد عزالدين تميمي



حقوق الطبع محفوظة للناسر
الطبعة الاولى
١٩٨٨

سلسلة : مختصر العلوم الهندسية (٨)

الكتاب : تصميم وحساب عناصر للفتات المبرية .

اعداد : المهندس عماد عدنان تنكجي

الطابع : مطبعة الشام

عدد الطبع : ٢٠٠٠ نسخة

الناسر : دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع

دمشق - سوريا : شارع بور سعيد هاتف : ٢١١٠٢٢ - ٢١١٠٤٨ ص.ب

٥٣٧٢ تللكس ٤١٢٥٣٨ زيت

● المقدمة :

نعني بالمواد البنائية هنا ، الكتل الحجرية المصطفة على شكل مداмик ، تربط بينها مونة أسستية ، كما نعني بها الكتل الليتونية وقطع البلوك .

يتناقص الفصل الأول ، كافة خصائص العناصر هذه ، ذات الأشكال المتباينة . كما يتناول تأثير تلك المواد ، على التصاميم التفصيلية ، على طرق وأساليب الإنشاء والتنفيذ ، وعلى أشكال مختلف طرز الأبنية المعروفة .

سيناقش الفصل الأول أيضاً ، تأثيرات المواد هذه ، على الاقتصادية كلف المباني ، كما سيتناول مجالات التطور المستقبلية لهذه المواد ، ومدى ملاءمتها للنظريات الحديثة ، التي وضعت قيوداً جديدة ، تبتغي بها سلامة المبنى وقاطنيه .

وضع الفصل الثاني ، غموضاً عريضة ، الهدف منها مناقشة أساليب حساب عناصر الأبنية البنائية ، دون التوغل كثيراً في التعقيدات النظرية ، فأساليب الحساب التي سنتناولها ، تشمل لفظ ما يكفي مهندسي العمارة ، لكي يفهموا ويعملوا ما بين أيديهم من تصاميم ، ولكي

تتوافق تصاميمهم ، مع نظريات الإنشاء .
اعتمدنا في اختيار نظريات الإنشاء ، على ما تنص عليه أنظمة البناء ، وعلى طرق الحساب التقريبي ، التي نجد قواعد لها ، ضمن ما لدينا ، من تعليمات وأنظمة .
حوى الفصل الثالث ، على معلومات تتضمن نموذجاً تطبيقياً ، أجريت عليه الحسابات المطلوبة ، كما حوى على جداول حسابية ورقمية ، تفيدنا في فهم إجراءات وتسلسل العمليات الحسابية .

الفصل الأول خصائص المواد البنائية وأشكالها المتاحة

● المقدمة :

المواد البنائية ، على انتقاء الأنسب منها ، لمبنى محدد الوظائف والطراز ، وعلى تصاميمه التفصيلية . تتناول الملاحظات أيضاً ، دور الخصائص العامة للمواد البنائية ، في التأثير على شكل المبنى .

يضم هذا الفصل ، خطوطاً عريضة ، نستين بها مصادر وطرق إنتاج الحجر الإنشائي ، البلوك ، والكتل البنائية . كما تتناول الملاحظات المدونة في هذا الفصل ، الطريقة التي بها تؤثر الخصائص المتنوعة ، التي تتصف بها



● أنواع وأشكال المواد البنائية :

● المواد الحجرية :

اللوحة (1-1) : تظهر اللوحة مقارنة ما بين الخصائص المائدة لأنواع أساسية من القطع الحجرية المستخدمة في الأبنية الإنشائية .

وزن الكيلو جرام	مقاومة الكسر القصير مقاس بـ 10 سم	وزن الكيلو جرام
0-08 to 0-86	82 to 147	2000 to 2750
3-00 to 8-00	28 to 63	1600 to 2280
4-00 to 11-00	10 to 66	2020 to 2380
		الحجر الرطب
		الحجر الجاف

١.02: مقاع الحجارة :

١.02: تستخرج الأحجار من مقالعها ، إما بطريقة النسف بالتفجيرات ، أو بندق أسافين ، لإحداث صدع في الجرف الصخري . تتصدع أحجار كالغرانيت مثلاً ، لها سطوح حبيبية الشكل ، وفق أي خط من خطوط التصدع المنتشرة على سطحها ، دون أن يكون لأحد هذه الخطوط ، ميزة عن آخر ، يؤثر بها على مقاومة الحجر الناتج عن عملية القلق . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى ، نلاحظ أن الأحجار الكلسية والرملية ، تتألف من طبقات تمتد موازية للإتجاه الطبيعي لسرير القلع ، أو موازية للمستوى المتشكل عن طريقة ترسيبها .

١.03: كان الحجر إلى وقت قريب ، المادة البنائية الوحيدة المتاحة في هذا العالم ، إلا أن أهميته اليوم ، قد تناقصت إلى أن أضحت مادة تكميلية ، تلعب دوراً ثانوياً في العملية الإنشائية ، خصوصاً فيما يمكن لها أن تلعبه من دور ، في التطبيقات الهندسية . إن ما يحتاجه تحميل الحجر الخام ، إلى حجر صالح للاستخدامات الإنشائية ، من أعمال ضخمة ، كأعمال التقطيع والتشذيب ، أدى إلى إقصاء الحجر كمادة من مواد الإنشاء ، عن مكانتها المرموقة ، لتعمل محلها مواد اكتشفت لاحقاً ، كالبلك والكتل البيتونية . اقتصر دور الحجر ، خصوصاً في الآونة الأخيرة ، على أعمال الإكساء ، فتحوّل بذلك تصنيفه ، ليصبح مادة من مواد الإكساء ، بعد أن كان واحداً من أهم مواد الإكساء . يعدّ حجر الغرانيت ، الحجر الرملي ، والأحجار الكلسية ، من الأحجار التي ما زالت إلى الآن ، من عداد الأحجار الشائع استخدامها لأغراض إنشائية ، أنظر اللوحة (١-١) .

تتعرض الطبقات المترسبة فيها بعد ، لتموجات وجيشانات مصدرها باطن الأرض ، مما يزيد تلك الطبقات عن مكانها الأصلي ، لذا يتوجب علينا أن نتأكد أن اتجاه مستوى تنضيد طبقات الحجر المستخرج من مقالعه ، والمراد استظهاره إنشائياً ، هو اتجاه عمودي ، على اتجاهات الضغط المعرض له ، وهو في مكانه ضمن تشكيلة المنشأة .

● قطع البلوك :

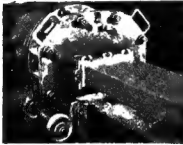
1.03: يتم اختيار الأبعاد النظامية لقطع البلوك مستطيلة الشكل ، بما يتيح لنا وضعها مترابطة مع قطع البلوك المنفردة بشكل مواز وعمودي على اتجاه واجهة الجدار . وانسجاماً مع هذه الغاية ، تختار أطوال القطع ، بمسافات تساوي ضعف المسافة المحددة لعرض القطعة . لتحدد مواصفات وخصائص قطع البلوك ، وتضبط أبعادها ، بما يتوافق والتعليقات الواردة في ثلاثة أنظمة من أنظمة البناء البريطانية . يعنى النظام ، الأول بتحديد مواصفات وخصائص وأبعاد قطع البلوك ، المصنعة من تربة نارية ، من الصلصال أو الطفل . بينما يعنى الثاني بتحديد مواصفات وخصائص وأبعاد قطع البلوك

المستخلصة من الحجر الرملي . أما النظام الثالث ، فيعنى بتحديد مواصفات وخصائص وأبعاد قطع البلوك المصنعة من البنتون . تتنوع أشكال وخصائص القطع هذه ، كما تتنوع مقاومتها ودرجة تحملها للحمولات والظروف الثقيلة ، تنوعاً كبيراً ، من قطعة لآخرى ، ومن طراز إلى آخر .

- طرق تصنيع البلوك الصلصالي :

1.04: يعد البلوك الصلصالي والقرميد ، واحداً من أهم المواد المستخدمة في المنشآت المشادة من مواد بنائية . يحوي منجم الصلصال ، أنظر الشكل (١ - ١) ، عدداً من المعادن الأساسية أهمها : السيليكات وثاني أكسيد السيليكون ، الألومينا وأكسيد الألمنيوم والكولنيت وفلز الطفل الصيني . كما يحوي أيضاً عدداً من المعادن الأخرى كالفسبار وسيليكات الألمنيوم والميكا والبنتون . يشكل حجم الكولنيت ، خسين بالغة من الحجم الكلي للمنتج . يستخرج الصلصال من تربة الأرض ، حيث يمزج ويختل ، ثم يمرر على اسطوانات دائرية ، ويضاف الماء إليه ، لإعطاء المزيج اللدونة المطلوبة ، لحسية عمليتي الكبس والتشكيل اللدائني ، أنظر الشكل (٢ - ١) .

1.85: يتقل الصلصال عند تعرضه لضغط
محدد ، بالهواء آلة تصنيع البلوك ، حيث يسكب ويضغط
ضمن قوالب ، لإنتاج كتل خشنة الملمس متعرجة
الحواف ، تشدب أخيراً ، من خلال تعرض القالب للرج



الشكل (1-2) : يظهر الشكل عمود من الصلصال ، مشكل
بطريقة البثق .



الشكل (1-1) : يظهر الشكل حفارة ميكانيكية ، تلف إلى جوار
جدار منجم استخراج الصلصال .

إلا أن هذه الظاهرة ، تسبب أيضاً تواجد مسامات ، تنتشر على سطوح القواميد ، مما يجعل المنشأة المشادة منها فيما بعد ، منشأة تتوزعها مسامات دقيقة الأبعاد .



الشكل (3 - 1) : يظهر الشكل آلة الصنّاع القواميد المشكّلة بطريقة البثق ، للوصول إلى القطع الآجربة .

المحكم . تظهر الجدائل التزيينية أو الفجوات العميقة ، على وجه واحد من وجوه القطع . تعمل هذه الفجوات ، على تخفيف وزن القطع ، وبالتالي تيسر أعمال نقل البلوك والتعامل معه ، كما يمكن اعتبارها الدليل المعرفي ، الذي يمكن له أن يرشدنا إلى إمكانية فرش المونة الرابطة للقطع . عند التعامل مع الصلصال ، وفق تسلسل إجراءات البثق ، يمرّر الصلصال عبر آلة خلط وصنع الفخار ، إلى أن يصل برغي البثق الملولب . يدفع الصلصال قسرياً على طول اللقمة الملولبة ، لإنتاج عمود من الفخار ، يقطع فيما بعد ، إلى قطع ذات أبعاد نظامية ، بواسطة سلك رفيع وحاد ، أنظر الشكل (3 - 1) .

1.06. بعد كبس قطع البلوك وتصنيعها ضمن قوالب جاهزة ، أو تقطيعها بسلك ، بعد تحويل الصلصال إلى عمود من الفخار ، تصبح قطع البلوك جاهزة للتجفيف ، وبالتالي التعرّض لتيار فرن غير الحزف ، التي تصل درجة حرارته إلى ما يتراوح ما بين (950C) و (1220C) . يمتزج ما يحتويه الصلصال من مواد عضوية ، احتراقاً تلقائياً ، مما يوفر كميات كبيرة من الوقود اللازم لإيصال درجة حرارة الفرن إلى الدرجة المطلوبة .

أبعاد قطع البلوك :

1.07: قبل تبني الوحدات القياسية ، كأساس لقياس أبعاد قطع البلوك ، كانت الأبعاد تقاس بالإنش ، فكان طول القطعة يساوي (8 3/4) إنش ، وعرضها يساوي (4 3/4) إنشاً ، وعملها يساوي (2 3/4) إنش أو (2 3/4) إنش . أما استازم قوالب أبعاد واجهاتها تساوي (9 × 3) إنشاً ، وعرضها واحدة من مضاعفات وحدة الطول المساوية لـ (4 1/2) إنش . عند استخدام الوحدات القياسية ، أصبحت أبعاد قطع البلوك هي الشكل التالي :

اللوحة (2 - 1) : تظهر اللوحة معدلات تراوحية قيم كثافة ، مقاومة وقدرة قطع من البلوك على امتصاص المياه .

معدل الماء الممتص إلى درجة اللزوجة الماء	قدرة الكسر المتوسط بظرف الضغط	مقاومة الضغط المتوسط
0 to 28 0.1 to 7.0	3-6 to 70-0 48-0 to 140-0	1400 to 1800 1800 to 3200

البلوك الأساسي
بأبعاد القياسية
البلوك القياسي

الطول = 215 m.m .

العرض = 102.5 m.m .

العمق = 65 m.m .

توضيح اللوحة (2 - 1) ، متراوحية الكثافة ، مقدار المقاومة ، ومدى قدرة القطع على الإمتصاص .
* الكتل البنائية :

1.08: توضيح اللوحة (3 - 1) بشكل موجز ، طراز وخصائص الكتل المستخدمة كوحدة جدارية ، والتي تزيد أطوالها ، عرضها وارتفاعاتها ، عن أطوال عروض ، أو ارتفاعات قطع البلوك النظامية . تختار أبعاد الكتل البنائية ، وفقاً لأبعاد الهيكل الجداري . ويشكل عام ، تكون أبعاد الكتل البنائية على الشكل التالي :

الطول = 17 3/4 إنش .

العرض = 8 3/4 إنش

أما السبابة فهي واحدة من مضاعفات الإنش الواحد . كما تتاح كتل بنائية بأبعاد هي :

الطول = 448 m.m .

العرض = 219 m.m .

اللوحة (3 - 1) - تظهر اللوحة ملخصاً للمتطلبات الأساسية للقطع الإلكترونية الصلدة ، المستخدمة في أعمال البناء ، كما تنص عليه إحدى أنظمة البناء

السلعة المحاسن بيزرك نوعها للبناء	التخصص الأممي للمسوح به بيزرك نظامها (1)	للكوة البناءة للوردة البناءة مقطرة بـ "مستطيلات"	مستل مقطرة البناء البرين الصلدة مقطرة بـ "مستطيلات"	كوة الكوة البيروية مقطرة بـ "مستطيلات"	مواد وأساليب التصنيع	طراز الكوة الصلدة
A	0-05	2-8	3-8	3-8	يمكن تشكيلها باستخدام كافة المواد للصدة ، كما يمكن لصنعها استخدام (1900) أي من أساليب التصنيع شريطة أن تطعم الكوة للصلدة للوصلات المقطوعة .	A
	0-05	8-8	7-0	7-0		
	0-08	8-4	10-6	10-6		
	0-08	11-2	14-0	14-0		
	0-08	18-8	21-0	21-0		
	0-08	22-4	28-0	28-0		
B	0-07	2-25	2-8	2-8	كأ في الأعلى	B
	0-08	8-8	7-8	7-8		
	0-08	2-25	2-8	2-8		
C	0-08	تتعرض الحمولات للمستوية للصلدة للكسر ، تتعرض حواصلات وأبعاد الكوة البيروية للصلدة .	أقل من (1900) وأكثر من (625) .	أقل من (1900) وأكثر من (625) .	كأ في الأعلى	C
	0-08					

ملاحظات :

- 1- تستخدم القطع البيروية الصلدة للوردة تحت التصنيف (A) ، في أعمال البناء ككوة ، بما فيها إنشاء الجدران الرقيقة تحت منسوب طبقات التربة الرطبة . يسمح لكامل الصلدة من البيرون الكوة أو من بيرون كوة مزيج حقله من مواد حبيبة عطيفة الوزن .
- 2- تستخدم القطع البيروية الصلدة للوردة تحت التصنيف (B) ، في أعمال البناء ككوة ، بما فيها إنشاء حواضر أبنية تقع تحت منسوب طبقات التربة الرطبة ، حيث تستخدم في إنشاء جدرانها الداخلية ، وفي إنشاء السطوح الداخلية لجدرانها الخارجية . يمكن استخدام البيرون الخواصر ذات السموات الخواصر ، لتشكيل سطح بيروية صلدة أو مازكة ، كما يمكن استخدام الرمل والحبيبات ذات الأوزان الخفيفة في تشكيل تلك القطع ، كما يمكن إدخال نشارة الخشب في بنية تلك القطع . تلك الأبيرون الصلدة من جدران الأبنية الخارجية ، الرقيقة تحت منسوب التربة الرطبة ، من سطح صلدة ، مازكة أو مازكة ، تدخل في بنيتها حبيبات ذات كوة صلبة ، حل أن لا تقل مقطوعها لثرى القسط من (750/250) .
- 3- تستخدم القطع البيروية الصلدة ، للوردة تحت التصنيف (C) ، في إنشاء الجدران غير الخفيفة . أو إنشاء القواصل الداخلية للوردة لحملات قوية جداً .

ينبغي أن لا يزيد ارتفاع الكتلة البنائية عن طول الكتلة ، ولا يزيد أيضاً عن وحدة الطول المساوية لستة أمثال السماكة . توضح اللوحة (٤ - ١) ، الأبعاد الإجمالية المقترحة لأنواع من الكتل البنائية ، كما يصر عليها نظام من أنظمة البناء .

اللوحة (٤ - ١) : توضح اللوحة أبعاد الكتل البيتوتية بصورها القدية والحقيقية .

طرق البناء	الارتفاع = العرض بالأبعاد الحقيقية بـ ١:١	أبعاد القديس بـ ١:١	أبعاد الحقيقية بـ ١:١
الطراز (أ)	400 x 100	300 x 90	75, 90, 100
	400 x 200	300 x 180	140 and 180
	480 x 228	440 x 218	75, 90, 100 140, 180 and 218
الطراز (ب)	400 x 100	300 x 90	75, 90, 100
	400 x 200	300 x 180	140 and 180
	480 x 300	440 x 280	75, 90, 100
	480 x 228	440 x 218	140, 180
	600 x 300	600 x 180	and 218
	600 x 228	600 x 218	
الطراز (ج)	400 x 200	300 x 180	
	480 x 300	440 x 280	
	480 x 228	440 x 218	80 and 78
	480 x 300	440 x 280	
	600 x 200	600 x 180	
	600 x 228	600 x 218	

طرق التصنيع :

١. ١.88: تعرض اللوحة (٥ - ١) ، قائمة بالمواد المستخدمة في تصنيع الكتل البنائية . تنتج الكتل البيتوتية المهيأة ، عن نشر كتل متراصة مهيأة . هناك كتل أخرى ، كالكتل الكثيفة المؤلفة من مجموعة من المواد المكورة ، خفيفة الوزن ، أو الكتل المؤلفة من غيبث المعدن ، لا يمكن تصنيعها إلا بمساعدة قوالب جاهزة ، أو بمرمر مكوّناتها على آلات تصنيع الكتل البنائية ، وذلك لإنتاج كتل خاضعة لضغوط محدّدة .

ملاحق :

- ١ - هناك كل أخرى بأبعاد أخرى ، تتّج حسب الطلب ، أبعادها الحقيقية هي (440mm.x218mm) ، وسمكها 51, 64, 76, 102, 127 أو 152 (mm) وأبعادها (397mm.x194mm) ، وسمكها 75, 92, 102, 143, 194 (mm) .
- ٢ - إذا لم تكن جيل لهذه الكتلة لاصية بالأبعاد القياسية ، أو إذا كانت بعضاً لاصية سطوحها ، فكانت لها أبعاداً حدية وانكشافاً سطح عليها ، فلا بدّ منها من أن تصمّم الكتل ، ويجب أبعادها بما يتوافق مع الأبعاد والاصكاف القياسية ، عند أن يؤرّ ذلك على استعمالها للتصاميم المعمارية .
- ٣ - لقد تمّ طرح المقصود من طرق القياس المزمع تأديتها من (ج) ، في جانبها القوس (٣ - ١) .

الفجوات بيتون ذي مكونات ناعمة ، يُصب حاليًا موضع
القضبان في مكانها المناسب ، أنظر الشكلين (٤ - ١)
(٥ - ١) .



الشكل (٥ - ١) . حوت فجوات الكتل البيتونية المشكّلة للجدار ،
على قضبان تسليح تمتد شاقوليًا ، وذلك لربط القطع بعضها
بعض . فَمَلَأ الفجوات بيتون يصب على أرض الموقع .

1.11: يمكننا إنتاج كتل بنائية خاصة ، ذات أطوال
نصفية ، ويقع مفرغة أو بدونها . كما يمكن إنتاج كتل
بنائية ، على شكل جسر مترابط الأوصال ، وذلك بإنتاج
كتل ذات فجوات ، تمتد من طرف إلى طرف ، لتتفرّعها
قضبان تسليح ، تعمل على جمع وربط عدد من الكتل
البنائية ، بعضها ببعض ، لتشكيل جسر أو حِجّة . فَمَلَأ



الشكل (٩ - ١) : يوضّح الشكل كتل بيتونية جُمعت لتشكيل جسر
رابط ، يراه ترميز فوق لوحة إحدى نوافذ المبنى . ربطت القطع
المشكّلة للجسر بضميرين من الحديد المطروح ، فطر إحداهما
(12m.30) . فحوت الفجوة الواقعة ما بين القطع المتطابقة المشكّلة
لسطحي الجسر الجانبيين ، بالبيتون المصبوب في الموقع .

● المونة والملاط :

2.01- تربط المونة ما بين العناصر البنائية ، فتوثق عراها ، ليصبح المبني ككل ، مبنياً مترابطاً ، ثابت البناء . تنوّف جذية إسهامات المونة ، على معرفة مدى قدرتها على رفع متانة وترباط عناصر المبني ، على مدى صلاحية العنصر وقدرته على مقاومة الحمولات من جهة ، وعلى اختيارنا الصحيح لمبنيات المونة ، بما يتلاءم مع نوعية العنصر السائي من جهة أخرى . يعدّ اختيارنا لنوعية حبيبات المونة اختياراً موفقاً ، إن أثبتت التجربة ، أنّ المونة المستقاة ، قادرة على تزويد الجدار بمقاومة ، يستطيع بها تحمّل قيم الإجهادات الأساسية المعرّض لها . عندما يوجب التصميم ، ترك المونة مكشوفة ، وبالتالي معرّضة للتأثيرات الخارجية ، فلا بدّ عندها من اختيار نوعية من المونة ، تمتاز بقدرتها العالية على تحمّل تقلّبات الطقس ، وعلى تحمّل تأثيرات الرياح ومياه الأمطار ، أنظر السنين (4.02.4.01) .

2.02- تتألّف الملاطات المتاحة في أماننا هذه من إسمنت ، كلس ورمل ؛ ومن بعض ، إسمنت ورمل ؛ أو من إسمنت ورمل مخلوط بمادّة تزيد من لدونة الخلطة .

تمزج المواد هذه ، وفق النسب الموضّحة في اللوحة (4) - (1)

2.03- تستخدم في خلطة المونة ، أنواع عدّة من الإسمنت تشمل :

- ١ - الإسمنت البورتلاندي (العامي وسريع التصلّب) .
- ٢ - الإسمنت البورتلاندي المتولّد عن الفرن العالي .
- ٣ - الإسمنت عالي الألومينا .
- ٤ - الإسمنت البورتلاندي المقاوم للكبريتات .

لأنّنا نستخدم الإسمنت البورتلاندي إلى الآن ، معايير يركن لها في تشكيل خلطات اسمنت البناء ، لذا كان الأسلوب المعتمد على الضبط الجيد للنسب الداخلة في الخلطة ، ومن ثم إخضاع الخلطات إلى التجارب المخبرية ، وإلى تجارب كسر مكعبات البلوك ، هو الأسلوب المتبع للوصول ، إلى خلطة إسمنت البناء المناسبة .

2.04- يستخدم في خلطة الملاط الإسمنتي - الكلسي ، نوعان من الجير ، الأول لا يتأثر بالمياه ، ويتكوّن عادة من الكالسيوم ، والثاني يتأثر قليلاً بالمياه ، ويتألّف عادة من عنصري الكالسيوم والمغنيزيوم .

يساعد الجير في زيادة طواعية الملاط المستخدم ، كما يساهم في تحقيق تماسك أفضل ما بين المونة وكتل البلوك ، لما يتميز به من قدرة عالية على احتباس المياه ، وبهذا يضع حداً لقدرة البلوك على امتصاص المياه الداخلية في تركيبة المونة الإسمنتية .

أن الجير مادة متخففة المقاومة ، لاثبات لها ، لذا لا تستخدم المونة المولفة من الجير والرمل في أعمال البناء ، لعجزها عن تحقيق الترابط المطلوب ، بينما يستخدم مخلوطاً مع الإسمنت والرمل ، لتكوين الملاط الإسمنتي - الكلسي ، المستخدم في كافة أعمال البناء .

2.05- نتمكن من تحديد مواصفات وخصائص الملاط اللدن ، خصوصاً ذاك ذي الهواء المُحتبس ، من خلال مراجعة النشرات التي تصدرها المصانع المتخصصة ، بإنتاج المواد اللدائية المضافة . يستخدم الملاط اللدائي ، لتحقيق أغراضٍ معينها . هذا ، ولقد انتشر في السنوات الأخيرة ، إضافة المواد اللدائية ، إلى خلطة المونة ، لتصبح عملاً روتينياً ، نتجنب به استخدام الجير ، ضمن خلطة المونة ، متوسلين بذلك إلى تخفيضين كبيرين ، يصيبا كل من الكلفة والجهد المضطرب للبلوك من قبل عمال

التنفيذ . يتبنّى قِطَايَةِ المواد اللدائية المضافة ، إمّا لكونها تساعد على احتباس كمية إضافية من الهواء ضمن خلطة المونة ، أو لكونها تساعد في زيادة نسب المواد ، ذات الحبيبات الناعمة .

للحواء المُحتبس ضمن الخلطة ، تأثيرين رئيسيين ، الأول ويتجلى بقدرة الهواء المُحتبس ، على تحسين لدونة وطواعية الملاط الحائوي له ، عن طريق تخفيض محتوى رطوبة الخلطة ، إلى أن تصل إلى حوالي (50%) . إن ذلك كما تثبت التجربة ، يساعد على تحقيق انخفاضاً تلقائياً لنسب التقلص الناشئ عن جفاف الخلطة ، ويعمل على تحسين ترابط الكتل البائتية المكوّنة للمنشأ . تتكاثف حول المواد اللدائية المضافة إلى خلطة الملاط الإسمنتي ، عنداً هائلاً من الجزيئات المجهريّة بالغة الدقة ، وعدداً آخر من فقاعات الهواء المتضخكة ، مشكلة بذلك ركائماً من الجزيئات المترافقة ، تتحرك دون احتكاك ، فيها يشبه تحمّل كريات ، تتألف كريات الزائفة ، من فقاعات الهواء المتناثرة ، ضمن أرجاء الخلطة . إن ما يحدث هنا ، يسهّل حركة تناول الطينة من عل المائع ، وتنع من التصاقها عليه ، مما يرفع من معدلات حس وسرعة الأداء .

يتجلى التأثير الثاني للهواء المُحتبس ضمن الخلطة ، في جعل المونة الحاقوية له ، صالحة لتضيد وربط قطع البلوك ، في طقس شديد البرودة . إذ عندما يتجمد الماء داخل الخلطة ، فتتمدد جزئياته ، تقوم المائنة اللدنة المضافة إلى الخلطة ، بتحويل جهة التمدد ، باتجاه فقاعات الهواء ، فتتمتصه بترابطها إلى بعضها البعض ، عوضاً عن إلتصاقها نحو الخارج ، حل شكل قوى تعمل حل تفكيك وإتلاف بنية الملاط الإسمنتي . عند فويان المياه المتجمدة ، تعود المياه لأداء مهمتها الأساسية ، ألا وهي إمالة اسمنت الخلطة . يساعد الهواء المُحتبس أيضاً ، على رفع مقاومة الملاط الملقى ، المقاوم لموامل التجمد .

هذا ، ويفضل فقاعات الهواء المتشككة ، يصبح بمقدور الملاط الإسمنتي ، مقاومة مياه الطر ، ومنه من الولوج إلى داخل بنية الخلطة ، نتيجة لاحتحام فقاعات الهواء ، للقنوات الشعرية ، ووقوفها حاجزاً دون تسَلُّل مياه الأمطار . يمكن أن تزيد فقاعات الهواء أيضاً ، من قدرة الجدار ككل ، حل العزل الحراري ، إذ يهبط الفقاعات ، يمكننا تقليل الضياعات الحرارية ، التي تتم عبر الوصلات .

2.86: ينبغي أن يتألف التركيب الحبي ، لخلطة الملاط الإسمنتي ، من المواد الأساسية ، ذات الأبعاد الدقيقة ، الخالية من المركبات الضارة ، والمطابقة للمواصفات المعن عنها في أنظمة البناء .

2.87: يختار من الرمل الطبيعي ، النوعية المطابقة للمواصفات المعن عنها في أنظمة البناء ، ولتلاحظ بأن إزدياد حجم الرمل ، من النسبة المقررة لها ، قد يساعد على تخفيض أبعاد التقلصات الناشئة من جفاف الملاط الإسمنتي ، إلا أنه يقضي إلى مونة خشنة الملمس ، يصعب حملها التماثل معها ، والتكثيف بها .

2.88: ينبغي أن تكون المحتويات الأخرى لخلطة المونة الإسمنتية متينة ، وذات قدرة كافية على التحمل . إضافة إلى وجوب خلطها من الأملاح القابلة للليونان .

2.89: ينبغي استخدام ماء ذي نوعية جيدة ، مطابق في مواصفاته ، لما هو مشروط في أنظمة البناء .

2.90: ينبغي أن تتطابق مواصفات الملونات المضافة إلى المونة الإسمنتية ، مع الشروط المتصوص عنها في أنظمة البناء .

• طريقة تحضير المونة الجاهزة :

- المونة الجاهزة الواصلة طازجة إلى الموقع :

2.11: تتألف المونة الجاهزة من مجموعة من المواد ، تتطابق مواصفاتها مع ما أشرنا إليه في البنود السابقة . أما نسب تركيبها الحجمي ، فيحدده المشتري وفقاً لمتطلبات ماله من أعمال . لا يضاف الإسمنت بتاتا إلى الخلطة ، إلا أثناء وضع المونة موضع الاستخدام .
- المونة الجاهزة المعبأة بأكياس :

2.12: ينبغي أن تكون المواد الداخلة في تركيبة الخلطة ، مطابقة للشروط المنه عنها سابقاً . تدون بشكل واضح ، نسب المواد الداخلة في تركيبة الخلطة ، وذلك على ورقة تلتصق على سطح كيس التعبئة . تحفظ المواد جافة ، ضمن كيس التعبئة ، ولا يضاف إليها الماء ، إلا قبل الاستخدام الفعلي .

● التسليح :

3.02: يمكن أن يستخدم حديد التسليح ، لربط القطع البنائية بعضها ببعض ، لتأكيد وضمان استقرار وثبات المنشأة ، أو لنقل قيم أجهادات الشد ، إلى الجسور

الحجرية ، والجدران الإستنادية . يمكن إقحام قضبان تسليح ذات شكل خاص ومحدد ، في جوف القطع البنائية ، أو في قلب الجدران الهيكلية المشادة من البلوك . من أشكال قضبان التسليح ، الصالحة لهذه الأغراض ، ما نراه موضحاً في الشكل (٦-١) .



(الشكل ٦-١) : يظهر الشكل الرابط المسمى (Quetta)

* الوصلة المسلحة :

3.02: تتخذ الوصلة المسلحة، شكل شبكة معدنية مبسطة ، شكل شريحة معدنية تمتد حلقياً ، أو تكون على شكل شريحة وصل مغلقة ذات شكل متميز يحسن حديد التسليح ، بتغطيته بطبقة كافية من المونة.

* الروابط وعناصر الوصل :

3.03: تحدد أنظمة البناء ، مواصفات الروابط الجدارية . يتم اختيار إحدى الربط للوصلة في الشكل (٧ - ١) ، اعتماداً على معرفتنا المسبقة لدى انكشاف الجدار ، وبالتالي معرفتنا لدى تأثير التغيرات المناخية عليه ، على معرفتنا لإرتفاع المبني ، على معرفتنا لنوعية مايمكن أن يستخدم من مواد في تصنيع العناصر الحاملة ، وأخيراً على معرفتنا المسبقة بالجملة الإنشائية.

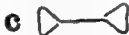
3.04: إن معظم النظريات الحديثة ، لم تعد تقبل من الروابط الجدارية ، سوى المغلفة منها ، وذلك لربط القطع المكونة لجدران لأزيد ارتفاعاتها عن ثلاثة طوابق.



الشكل (٧-١-أ) : يظهر الشكل رابط معدني على شكل فراشة .



الشكل (٧-١-ب) : يظهر الشكل رابط معدني على شكل فراشة ذات حجم صغير



الشكل (٧-١-ج) : يظهر الشكل رابط بطريقتين مثلثي الشكل .



الشكل (٧-١-د) : يظهر الشكل رابط بطريقتين مثلثي الشكل ذي حجم صغر



الشكل (٧-١-هـ) : يظهر الشكل رابط معدني ذي شطلات .



الشكل (٧-١-و) : يظهر الشكل رابط معدني ذي شطلات بحجم أصغر .



الشكل (٧-١-ز) : يظهر الشكل رابط بلاستيكي متعلد البرويلين .

أما ما زاد منها من ذلك ، فلم يعد يقبل لربطها ، سوى الروابط المصنعة من فولاذ لا يصدأ «ستانلس ستيل» . تستخدم الروابط المعدنية المجذولة ، إن كان سطح الجدار محمل ، أو كانت قيم مقاومة الجدار قريبة من قيم للمونة ، فإن كانت القيمتين متباينتين ، فمن المفضل عندها استخدام الروابط ذات الأشكال المشابهة لشكل الفراشة ، لما تتميز به تلك الطرز من خصائص ، خصوصاً قدرتها على الإبتناء والتشكل ، وفقاً لإتجاه التشوهات الخاصة ، وبهذا تتجنب تتركب سطح الجدار الخارجي ، وانفصال عناصر الإسكاه عن بعضها البعض .

3.05: يوجد تجارياً العديد من الروابط ذات الأشكال المتميزة ، والمصنعة من شرائح حديدية ملفنة ، أو من فولاذ لا يصدأ . تستخدم هذه الروابط لتثبيت الجدران الحجرية ، إلى قطع المبنى الخشبية ، إلى الأرضيات البترولية ، أو إلى الأسقف الخشبية . كما تستخدم تلك الروابط ، لتثبيت أسقف خشبية ، تواجه مقابل إتجاه هبوب الرياح .

● التحميلة :

● تحميلة المونة :

4.01: تتحدد تحميلة المنشآت والعناصر البنائية ، اعتماداً على تحميلة عناصرها المكونة ، والمؤلفة عادة من : المونة ، الحجر ، البلوك ، والكتل الإسمنتية والحجرية .

تعد طبقة المونة القادرة على منع وصول الرطوبة ، من خلال مساماتها ، إلى داخل المبنى ، طبقة كافية لحماية المبنى ، ورفع درجة تحميلته ، وبالتالي رفع درجة مقاومته للأخطار . يمكن أن تزود مادة المونة ، بمواد ترفع من درجة مقاومتها لعوامل التجمد ، التي يمكن أن تتعرض لها أثناء التنفيذ ، وسحب تشربها للمياه ، من أي مصدر كان . يسبب تجمد المياه داخل المونة اللاصقة ، عطلاً يصيب بنية المونة ، مما يؤدي إلى تفتتها . تتعرض المونة للأخطار بمضي الزمن ، خصوصاً إن نهضت القطع البائية ، في وضعية تجعلها مكشوفة ومعرضة مباشرة للتغيرات المناخية . على أي حال ، يعد الملائم الضعيف ، الممزوج من مواد نسب

أحجامها إلى بعضها هي : 1:3:12 ، هو أقل الملاحظات مقاومة لعوامل التجمد ، ويمثل بحد ذاته ، الحد الأصغري المسموح باستخدامه في تشكيلة العناصر البنائية ، المكشوفة لظروف تعرضها لخطر التجمد .
تكتسب الملاحظات مقاومتها لعوامل التجمد ، منذ اللحظات الأولى ، التي تعقب فترة التنفيذ .

4.02- : تعد المونة الإسمنتية ، والملاحظات الحصى ذات التجاويف الهوائية ، الممزوجة ببعض المواد الملدنة ، من الملاحظات ذات المقاومة العالية لعوامل التجمد .
يضاف كلوريد الكالسيوم بكميات كافية ، لإصدار كمية من الحرارة ، عند بدء تفاعلات الإماهة ، تقي مياه المونة من أخطار التجمد . يضاف كلوريد الكالسيوم بحذر ، إذ أن كميات زائدة منه ، قد تؤدي إلى أخطار من نوع آخر .
وبشكل عام ، يمكن أن تسبب الأملاح ، تضخماً في حجم المونة ، يؤثر مستقبلاً على الروابط الجدارية . هذا ، وقد دلت التجارب ، على أن ناتج الفينيكول ، هو من أصلح المواد المضافة ، المساعدة على رفع مقاومة المونة لعوامل التجمد ، وللحد من أخطارها .

4.03- : يستخدم الإسمنت المقاوم لمركبات السلفات ، في رفع عملية المونة الإسمنتية ، في المواقع الحاسوبية لمركبات السلفات ، سواء أكانت المادة البنائية ، هي الغنية بمادة السلفات ، أم كانت التربة مشتملة على مركبات السلفات ، وكانت المونة المستخدمة ، تقع تحت منسوب الأرض الطبيعية .



شكل (8-1) . يظهر الشكل مبنى دائري الشكل ، مشاد في حديقة إحدى الجامعات السويدية . يتكوّن المبنى من جدار ذي محاور ، مشاد من كل يترتبة صلبة ، تحصر بينها فتحات ، مغطاة بزجاج ملون

• محمليّة البلوك والكتل البنائية :

١٤.٥٤٠ يعتمد تحديد مقدار محمليّة البلوك والكتل البنائية ، على معرفة مدى مقاومة تلك العناصر والوحدات لعوامل التجمّد ، لتنفّذ رطوبة الأجواء المحيطة ، وعلى معرفة مدى قدرتها على صدّ هجوم المواد الكيميائية .

١٤.٥٥٠ تتوالى الأعطال الناشئة عن التجمّد ، بدءاً من الضرر الذي يسببه تمدّد المياه المتجمّدة داخل مسامات الوحدة البنائية . تأخذ الأضرار الناشئة عن التجمّد أبعادها ، عندما تعجز مرونة المادّة البنائية ، عن امتصاص الزيادة الحجميّة ، فيحدث الكسر ، المقضي بالتكرار إلى تلف المادّة .

١٤.٥٦٠ يمكن بسهولة تبيّن مدى الأعطال الناجمة عن تعرّض الكتل البنائية للبلل . هذا ، ويكثف التخفيف من حجم المشكلة ، باستخدام وتطبيق أيّ نوع من أنواع الحماية ، كأن تمالج السطوح والوصلات الطبقية المكوّنة للوحدات البنائية بتركيبات السليكون ، أو إتباع إجراءات من شأنها ، التوصل إلى استغلال مونة جيّدة القوام ، بما يجعلها خير حافظ للوحدات البنائية . يمتاز البتوت بقدرته

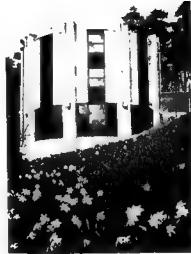
التأصّل على التحمل ، إذ تبلغ مقدرة كتل بيتونيّة على التحمل مايساوي (7M N/cm²) ، وهو مقدار يكفي لمقاومة الظروف المناخيّة المتوقّعة . يعدّ البلوك الهنسي ، واحداً من مواد الحماية الجيدة ، لكون نسبة مامتصه من الماء ، لا يتجاوز (7%) من وزنه . أما بلوك الواجبات ، فيحتاج إلى جهد إضافي ، يبدل في اختيار الأصلح منه ، لكون بلوك الواجبات ، ذي قدرة أقل على امتصاص المياه ، فنقطة التشبع عنده ، ترتفع عن ما هي عليه في البلوك الهنسي ، أنظر اللوحة (٢ - ١) .

١٤.٥٧٠ يمكننا تجنب أعطال الغزو الكيميائي ، خصوصاً الأعطال الناشئة من تواجد الكتل البنائية ، في محيط غني بمرَكبات السلفات ، عن طريق إنتاج بيتون ، دخلت في تركيبه أنواع خاصّة من المواد الإستميّة . تصنع حالياً أيضاً ، أنواع خاصّة من البلوك الهنسي ، تلاحظ فيه القدرة العاليّة على مقاومة الحموض المركّزة .

● الحركة :

1582: لقد تم مناقشة حركة المباني ، وما تسببه من أخطار ، في الجزء الخامس من هذه السلسلة . عل أي حال ، يمكننا القول أن أسباب حركة المباني الحجرية ، تنحصر في ثلاثة أسباب رئيسية :

- ١ - الحركة الناشئة عن الحمولة المطبقة .
 - ٢ - الحركة الناشئة عن تغيرات درجة الحرارة .
 - ٣ - الحركة الناشئة عن الرطوبة .
- تنشوء المباني الحجرية ، كأي من المواد الإنشائية الأخرى ، تحت وطأة الحمولة المعرضة لها ، وبشكل يتوافق ونعواص المرونة المتصفة بها . كما تتعرض المباني الحجرية لاجهادات الزحفان ، كما هو الحال في المنشآت البيوتونية ، إن هي تعرضت لحمولات إغناطية طويلة الأمد . هذا ، وتلعب نسب خلطة المونة المستخدمة ، دوراً فعالاً في كبح جماح إجهادات الزحفان ، فقيم إجهادات الزحفان ، لمبنى ارتبطت وحداته ، بمونة نسب خلطتها تساوي (1:1:6) ، تفوق بمقاديرها بضعمة مرات ، قيم إجهادات الزحفان ، لمبنى مطابق ، ارتبطت وحداته بمونة نسب خلطتها تساوي : (1:4:3)



الشكل (9-7) : يظهر الشكل مبنى للإتحاد الرياضي ، خصص للناشور وعقد الاجتماعات . يتألف المبنى من جدران وكثايف تحمّل مشدنة من كتل بيوتونية صفراء اللون .

• الحركة الناشئة عن الرطوبة :

- في المباني الحجرية :

5.83: بعد تعرض الحجر لحرارة الفرن الشديدة ، يبدأ بالتقاط رطوبة الهواء ، إلى أن يصل الحجر إلى حد ، تتوازن فيه رطوبة الحجر ، مع رطوبة الأجواء والبيئة المحيطة به .

قد يستغرق وصول الحجر إلى حد التوازن ، فترة تمتد بضعة سنين . تترافق الزيادة الطارئة على محتويات الحجر من الرطوبة ، بزيادة في الأبعاد تتراوح نسبتها ما بين (0.2% - 0.1%) . ينشأ الخطر ، عندما يبنى الحجر ، لتغطية المجهيزات الواقعة ما بين عنصرين هيكليين حاملين ، مشاعين من البيتون ، إذ يسبب تمدد الحجر عندما ، خصوصاً إن كان ينسب عالية نسبياً ، إلى تحطيم بنية العناصر الهيكلية الحاملة لذا ينبغي حل المنقذ ، أخذ الاحتياطات المناسبة ، التي تحول بين التمددات هذه ، وبين الحاق الأذى بالعناصر الهيكلية ، وذلك قبل المباشرة في تنفيذ وحدات الحجر الجبلية . لا يمكن عملياً تسريع عملية التمدد ، بغرس الحجر في الماء ، كما لا يمكن بالمقابل تسريع عملية انكماشها ، بتجفيفها تماماً في وقت

تصير ، إذ أن ظاهري تقلص وتمدد الصلصال ، المتولدتان عن تحفاف وتبديل القطع الحجرية ، هي في الواقع عملية بسيطة للغاية ، تحتاج الى وقت طويل نسبياً لكي تستكمل .

- في المباني المصنوعة من كتل صلدة :

5.83: تصدّر الكتل البنائية الصلدة ، تصدّر البيتون ، والمشكلة تتحلّى بشكل عام ، في الأخطار الناجمة عن تقلصها ، والتي تفوق في مداها ، الأخطار الناجمة عن التمدد . يشير تحطّم وصلات المونة ، نتيجة تقلص الكتل الصلدة ، الى بدء تبين الأخطار المتعلقة بشكل وثيق ، بالبنية الهيكلية للمنشآت الصلدة ، والتي تظهر كنتيجة لاستخدام وحدات حجرية ضخمة . للقيضاء على الأخطار الناجمة عن التقلص ، لا بدّ من ملاحظة تواجد وصلات لضبط الأبعاد ، يمدّد محور أحدها عن محور الأخرى ، مسافة تتراوح ما بين (6-7m) ، مع مراعاة ما لشكل المبنى من أهمية ، في تحديد أماكن وإتجاهات تلك الوصلات . ينبغي الإبتعاد قدر الإمكان ، عن تصميم وتنفيذ روابط صلدة .

5.84- تصنف الحركة الناشئة عن تغيرات

الرطوبة ، ضمن تصنيفين اثنين :

١ - الحركات غير العكوسة «الدائمة» : ونعني بها الحركة الناشئة عن إماهة الإسمنت ، وتفاعل أكسيد الكربون المتواجد في الجو ، مع مركبات الإسمنت المائية . يترافق التفاعل الكيميائي ، التمثّل باندماج الماء مع الإسمنت ، بنقص يصيب حجم عجينة الإسمنت ، ما لم تضاف كمية زائدة من الماء . تردّ التقلّصات الناشئة عن تحوّل المركّبات ، الى مركّبات كربونيّة ، إلى تفاعل الكلس ومركّبات الإسمنت المائية ، مع ثاني أكسيد الكربون ، المتواجد في الجو ، ممّا يؤدي إلى تحرير الماء المرتبط كيميائياً لينطلق أثناء التفاعل ، على شكل بخار ماء . تمارس الجزئيات الصلبة في خلطة البتون ، قوياً داخليةً تحمّل من تقلّص عجينة الإسمنت . لذا كان ارتفاع نسبة الجزئيات الصلبة في الخلطة البيتونيّة ، سبباً في تخفيض نسب التقلّصات النهائية . تلعب أيضاً نوعية المواد الداخلة في تكوين التدرّج الحبيبي للخلطة ، دوراً في تحديد مقدار التقلّص الحجمي لعجينة الإسمنت ، إذ تمارس الحبيبات

الكثيفة ، قوياً ذات شأن ، تؤدّي إلى انخفاض نسب انكماش الخلطة البيتونيّة .

٢ - الحركات العكوسة : وهي الحركات الناشئة عن تغيرات الرطوبة ، إمّا في الحبيبات الناعمة ، أو في المادة الحلاميّة التشكّلة عن إماهة الإسمنت . إنّ التغيرات الحجميّة ، الناشئة عن تغيرات تصيب نسب رطوبة الحبيبات الناعمة ، هي تغيرات طفيفة ، ويمكن لنا تجاهلها ، ما لم نحمل تلك الحبيبات ، على كمّيات وافرة من الغرين ، الصلصال ، أو من مواد أخرى دقيقة الأبعاد . لذا يعتمد تحديد مقدار الحركة العكوسة ، الناشئة عن تغيرات الرطوبة ، على معرفة نسبة المادة الحلاميّة في الكتلة البيتونيّة ، على مساميّة تلك الكتلة ، وعلى معرفة الرطوبة النسبيّة للأجزاء المحيطة بتلك الكتلة . تحدّد درجة مساميّة الكتل البيتونيّة ، استجابة الكتل البيتونيّة ، لأيّ تغيّر في الرطوبة المحيطة ، لذا كانت النسج المقترحة ، ذات المسامات المتعدّدة ، من أكثر النسج استجابة ، للتغيرات حتى الطفيفة منها ، التي تطرأ على معدّلات الرطوبة النسبيّة للأجزاء المحيطة بها . إنّ توجيه المصمّمون ، بأنحاء

التجفيف المسبق للكتل البترونية ، مساهم في تخفيف مرعة إعادة تمُد تلك الكتل ، حين تعرّضها لطروف مناعية قاسية ، وبالتالي فإنّ الكتل البترونية مسبقة التجفيف ، والتي تصل نسب محتوياتها من الرطوبة إلى نسب منخفضة قليلاً ، والمحمية بعدل بوسائل تجعلها بعيدة عن متناول المياه ، كمياه المطر مثلاً ، هي الأقلّ تعرضاً لأيّ تمُد ذي أهمية ، ناهية عن تعرض الكتلة لمعدلات رطوبة نسبية عالية ، تستمر لفترة قصيرة نسبياً .

ـ المحركات الناشئة عن تغيرات درجة الحرارة :

5.05: يصل مُعامل التمدد في الجدران البنائية بشكل عام ، إلى حوالي (5.6×10^{-4}) لكل درجة مئوية واحدة . توضع عادة فواصل التمدد في جدران الواجهة الجنوبية ، بحيث يبعد محور إحداها عن محور الفاصل الآخر ، مسافة (12m) . يتنأ توضع فواصل تمُد السطوح الداخلية ، المعالدة للجدران الخارجية ، وكذلك فواصل تمُد سطوح الجدران الداخلية ، بحيث تحصر بينها مسافات بيتية ، تصل إلى حوالي (80m) . ينبغي أن لا تزيد المسافات البيتية ، الواقعة ما بين محاور فواصل تمُد الجدران

الخارجية ، المشادة من البوك المترغ عن (12m) ، سواء أشيد على واجهة جنوبية أم لم يشد ، وذلك إن ارتبط الجدار الخارجي ، ببروز جداري يمتد إلى داخل المبنى .

● الروابط وجمالية الصنعة :

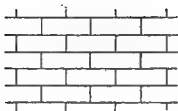
● روابط المنشآت الحجرية :

5.02: تستخدم الأحجار على شكل كتل مصطفة

على هيئة مداميك ، إن كان المراد إنشاء منشآت ضخمة ، كجدران المرافق أو السدود . تظهر الجدران خارجياً ، على شكل جدران مترابطة الأحجار ، مشابهة في شكل روابطها ، لشكل روابط جدران الحدائق البريطانية . أما داخلياً ، فتظهر على شكل جدران مترابطة ، مرتبة بشكل عشوائي .

5.03: تستخدم أحجار الدبش ، المشادة على

شكل مداميك ، لإنشاء جدران أقل ضخامة . تتصف مداميك أحجار الدبش ، بتساوي ارتفاعاتها ، وبأن روابطها من الداخل ، تنظم بشكل عشوائي .



10

الشكل (10-1) : يظهر الشكل رابط الطوبة المُجَاوِة



11

الشكل (11-1) : يظهر الشكل الرابط البريطاني

6.83: تستخدم الأحجار النحيتة ، لإشادة المنشآت الفخمة ، إذ بها تتوصل إلى مداميك مستقيمة الخطوط. يشاد من الحجر النحيت ، الأفاريز المائلة ، حواجز الشرفات والمصاطب ، الأقواس وجدران ولُرضيات أرضية التحميل . تستخدم في البناء ، أحجار ضخمة منحوتة بدقة . عند تركيب أحجار البناء ، يترك فراغاً بين حجر وآخر ، تتراوح مسافته ما بين (4m.m-6m.m) . تتساوى مجمل ارتفاعات مداميك الأحجار النحيتة ، المكوّنة للجدار ، ويزيد أحياناً عمق الجدار الحجري ، المشاد من الحجر النحيت عن (30m.m) .

• روابط المنشآت الأجرية :

6.84: تندرج الروابط الجدارية المشادة من البلوك ، ضمن ثلاثة أنواع :

١ - الروابط المكوّنة من تَوْزُج الأحجار بشكل مُجَاوِز ، حيث تظهر قطعة البلوك بطولها ، على واجهة الجدار ، أنظر الشكل (١٠-١) .

٢ - الرابط البريطاني : وفيه تظهر قطع البلوك على واجهة الجدار ، مرّة بطولها ومرّة بعرضها ، أنظر الشكل (١١-١) .

٣- الرابط الفلمنكي : وفيه تظهر قطع البلوك ضمن المدامك الواحد بشكل متناوب، مرة بطولها وأخرى بعرضها، أنظر الشكل (١٢-١).

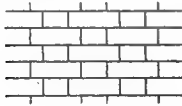
• روابط منشآت الوحدات الكتلية :

6.05: تدرج روابط منشآت الوحدات الكتلية ، ضمن تصنيف واحد ، حيث تظهر فيه الوحدة الكتلية بطولها على واجهة الجدار.

• إبراز الصنعة :

6.06: تخصص للمنشآت الحجرية ، هوامل أمان كبيرة ، تتراوح ما بين (3-4) ، وذلك وفقاً لنتائج التجارب المخبرية المجراة على هياكل تؤخذ من مواد الإنشاء . يعتمد

تحديد مقدار عامل الأمان لمنشأة حجرية متوسطة الضخامة ، على معرفة مدى جودة التنفيذ ، وعلى معرفة مدى جدية وشعبية المسؤولين عن أعمال الإشراف، تؤثر مؤهلات وبراعة القائمين على التنفيذ ، وعبرائهم الشخصية ، على جودة مايشيدونه من جدران وأبنية حجرية ، بحيث يفوق هذا التأثير في مداه ، مايمكن أن يؤثر فيه ذات الإعتبارات ، على منشآت أخرى . يعد الإشراف على الأبنية الحجرية ، من المهام الشاقة ، لكثرة مايجب عليه من تفاصيل إنشائية ، يتعين على المشرف متابعة تنفيذها ، واحدة بواحدة ، إن أراد الوصول إلى منشأة ذات أداء جيد .



الشكل (12-1) : يظهر الشكل الرابط الفلمنكي .

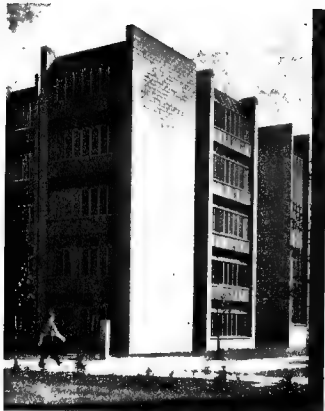
● التصور العام للشكل :

7.81: إن المواد البنائية ، والعناصر المكونة لها ، هي مواد هشة ، ذات كثافة عالية تجاه قوى الضغط ، ضعيفة تجاه قوى الشد . تقتصر استخدامات المواد البنائية ، الحالية من عناصر التسليح ، على أشكال محدودة ، تنفي فيها إمكانية ظهور قوى الشد . هذا يعني أن ما توكلف له المواد البنائية حصراً ، هو إضافة عناصر ، تمزج فيها محصلة القوى الفاعلة ، ضمن الثلث الأوسط من مقطع العنصر ، من دون أن تؤدي إلى تهشم المادة ، أو تسبب اختلالاً في توازنها . تتكون المادة البنائية المسلحة ، من عناصر مشابهة في سلوكياتها الإنشائية ، للعناصر المكونة للبيتون المسلح ، إلا أنها تظل أقل فعالية منها . لذا فإن الإنجماحات الحديثة في التصميم ، تنزع نحو استخدام المواد البنائية المسلحة ، لما يستخدم له البيتون المسلح .

7.82: لكل الأسباب السابقة ، تستخدم المواد البنائية حصراً ، لإنشاء الأعمدة ، الجدران ، والسطوح المنحنية كالأكواس مثلاً . هذا ، وعلى الرغم من أن مجالات تطبيق المواد البنائية ، هي واحدة من المجالات

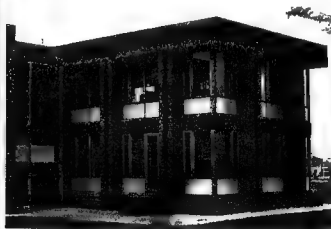
الحامة ، لكوننا نشيد منها منشآت ضخمة ، كانت في الماضي حوائط للضخامة والأجبة ، إلا أن منشآت ذات سطوح منحنية ، تشاد من مواد بنائية ، لم تعد لها مكاناً الآن ، ضمن المنشآت الحديثة ، لارتفاع تكاليف إنشائها من جهة ، ولغلاء ثمن موادها من جهة أخرى . هذا ، ويتنبى أن لانتسب إيجابيات المنشآت البنائية ، فهي منشآت توفر لنا سائراً شاقولياً ، يقي مستثمريه من أضرار الرياح والأمطار ، كما تعد واحدة من المنشآت ذات المقاومة العالية لانتشار الحرائق ، والمزولة صوتياً بأن واحد .

7.83: يقوم المهندسون اليوم ، نظراً لما تختص به المنشآت والعناصر المشادة من مواد بنائية ، من إيجابيات ، بتصميم وتضخيد عناصر محدودة ، مشادة من مواد بنائية ، تعد جزءاً من تشكيلة مبنى ، يراد لعنصره أن تبقى سليمة ، طوال فترة استتبار المبنى النظرية ، وبذا تم التوصل إلى عناصر ذات عمر استتباري أطول . بهدف هذه الإجراءات ، إلى تخفيض كلفة الإنشاء ، بإطالة عمر استتبار عنصر أساسي في المبنى ، وتقليص كلفة صيانه .



الشكل (24-1) : يظهر الشكل منشأة حجرية مؤلفة من خمسة طوابق .

7.04: إن تكونت المنشأة من طوابق متصلة ، فلا بد من تتبع الأسس التصميمية المياريّة ، المتمثلة بإنشاء جدران حاملة ، تقع عند منسوب كل طابق عل حدى .



الشكل (25-1) : يظهر الشكل منشأة مشادة من مواد نارية ، وكازرها من الآجر وبلاطتها من البتون المسلح .

* الاستقرار الإنشائي :

7.05- سنتناقش في هذه الفقرة ، القوى الجانبية المؤثرة على المنشآت الحجرية ، المتمثلة بقوة الرياح (وهي قوى نفترض بأنها أقل من أن تؤدي إلى انهيار المبنى ، بل تسبب خلخلة تقتصر أضرارها مرونة المبنى) . لقد جرى في الأجزاء السابقة ، مناقشة ميكانيكية إضعاف المباني تجاه هولات الرياح ، ولقد تبين لنا من خلالها ، حاجة أي عنصر معرض لقوى ضغط ، حتى وإن كان قادراً على مقاومة قوى السحب المباشرة ، إلى أن يكون طوله الفعال ، منسوباً إلى نصف قطر الحركة التلويحية من الكفاية ، بحيث يستطيع به مقاومة عوامل التحنيب . يمكننا في المقاطع مستطيلة الشكل ، التعبير عن هذه النسبة ، بالارتفاع الفعال المنسوب إلى العرض الأدنى للمنتصر . من الواضح أن أي نقصان في الارتفاع الفعال ، أو زيادة في عرض المقطع ، ستؤدي حتماً إلى زيادة في ثبات المنتصر . كما من الواضح أيضاً ، أن أي زيادة تصيب عرض المقطع ، ستعمل ليس فقط على رفع درجة مقاومة المنتصر للتشوهات ، بل ستعمل أيضاً ، ويفضل ماتساهم به من زيادة في مساحة المقطع ، على تقليص الإجهادات الحرجة .

7.06- إن الإنجاء نحو تصميم سطح استناد ذي طول كاف ، يعد أكثر ملاءمة من التوجه نحو تصميم ارتفاع فعال ، إذ تعمل الجدران الجانبية ، عمل الأكتاف الحاملة ، مما يزيد من ثبات الجدران الرئيسية ، الناشئة عن إمكانية تخفيض الطول الفعال . ذلك يعني أن العناصر الشاقولية في المنشأة ، يمكن لها أن تساهم في إنجاز الحلول الإنشائية .

7.07- تعامل الجدران التي تقل أطوالها عن أربعة أضعاف عرضها ، معاملة الأعمدة ، إذ تتضرر من قوى التحنيب ، كما تتضرر الأعمدة ، وذلك إما لزيادة تصيب ارتفاعها الفعال ، أو نتيجة نقصان يصيب إجهادات التشيل ، نتيجة انخفاض المساحة المقطعية الفعالة . ذلك يعني أنه ينبغي علينا الحرص عند تحقيق العلاقة ما بين المساحات الصماء ، ومساحة الفتحات للمثلة بالأبواب والنوافذ ، لكي لا تتحول الجدران إلى أعمدة ، فتحيبنا بذلك ، إلى اختيار عروض لها أكثر ضخامة ، تتناسب واتسداد الجدار وما به من فتحات .

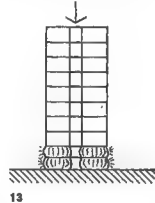
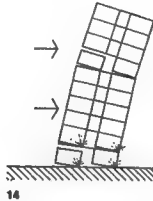
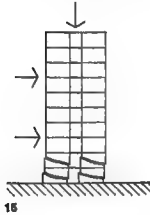
7.08- يظهر عجز المنشأة الحجرية عن أداء وظائفها ،

على شكل أنماط متعلّدة ، نذكر منها :

1 - العجز الناشئ عن تطبيق قوى ضغط شاقولية ، تفوق مقاديرها ، ما يمكن للمنشأة تحمّله ، أنظر الشكل (13) -

(1

2 - العجز الناشئ عن قوى الرياح الجانبية ، وقوى الرياح وقوى الضغط الشاقولية ، المطبقين معاً ، أنظر الشكلين (14 - 1) و(15 - 1) .

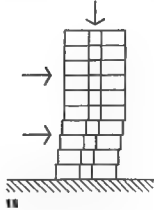


الشكل (13-1) : يظهر الشكل ، شكل العجز الذي يصيب منشأة بائكة ، إن هي تعرّضت لقوى ضغط شاقولية ، تفوق قدرها من التحمل .

الشكل (14-1) : يظهر الشكل ، شكل العجز الذي يصيب منشأة حجرية ، إن هي تعرّضت لقوى الرياح وللحمولات الشاقولية في وقت واحد .

الشكل (15-1) . يظهر الشكل ، شكلاً آخر من أشكال العجز ، الذي يمكن أن يصيب منشأة حجرية ، معرّضة أيضاً لقوى الرياح وللحمولات الشاقولية في وقت واحد .

3 - العجز الناشئ عن تولّد قوى شد مباشرة ، مردها قوى الرياح الجانبية ، وقوى الضغط الشاقولية ، انظر الشكل (16 - 1) . يلاحظ العجز في الطوابق الدنيا من المبنى ، حيث يتركز أحد الطوابق ، على الطابق الذي يليه من الأسفل .



الشكل (16 - 1) : يظهر الشكل ، شكل العجز الذي يصيب منشأة حجرية ، معرضة لحمولة شاقولية وأخرى أفقية ، متمثلة بانزلاق أفقي بسبب المستويات الدنيا

● الأبنية السكنية التراسية والأبنية متعددة الطوابق :

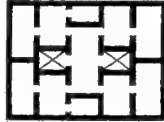
7.09- تتكوّن الجملة الإنشائية للمنزل التراسي ذي الطابقين ، الموضح نموذجاً له في الشكل (17 - 1) ، من جدران مستعرضة . يؤمن الجدران الطوليان ، دعماً جانبياً ، بامتدادهما على طول الواجهتين الخلفية والأمامية . تتشكّل الجدران المستعرضة حوامل رئيسية ، حيث تعيّن لها مواضع عتامة ، تقع على طول التراس . تبقى الأبنية السكنية متعددة الطوابق ، وفق أسلوب التوزيع الحلوي للفراغات ، وبهذا يمكننا إنشاء مبنى يصل ارتفاعه إلى حوالي (18) طابقاً ، على جدران لا تزيد سكاية إحداها عن (20m.m) . هذا ، وثبتت الحسابات والتجربة



17

الشكل (17 - 1) : يظهر الشكل منشأة تراسية مختلفة الإرتفاع . تضمن الجدران الأمامية والخلفية وكذلك التواءات المستندة ، استقرار الشكل في الإنشاء الطولي .

العملية ، أنه بالإمكان إنشاء أبنية ضيقة ، بارتفاعات عالية ، شريطة تصميم جدرانها ، بما يجعلها أهلاً للتصرف ، تصرف أكادف التحميل ، بحيث تصبح بمقدورها ، تحمل نصابها من حمولة الرياح ، وأن يحوي المسقط على مجموعة من الجدران المستعرضة ، على بيوت للأدراج ، وآبار للمصاعد ، لتأمين استقرار المبنى في الإنجاء الطولي .



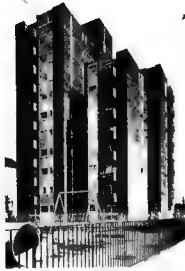
١٨

الشكل (١٨ - ١) : يظهر الشكل منشأة علوية عادية الارتفاع ، يصل ارتفاعها إلى ارتفاع ثمانية عشرة طابقاً ، تحملها جدران خارجية تصل سياتها إلى حوالي (230mm.)

• تشريعات المباني :

7.10 : تعد أساليب تصميم المنشآت الحجرية ، واحدة من النظم التصميمية المعقدة ، خصوصاً إن اشتملت تلك النظم ، على تعليقات الغاية منها ، تعزيز مقاومة المبنى ، ودرج كفاءة أدائه اتجاه حوامل وظروف طارئة .

تمتاز المنشأة الخشبية ، والتي جرى التنبؤ بها في الفقرة السابقة ، ببساطة تعقيداتها ، إذ من السهولة على بلاطاتها ، أن تمتد في كلا الاتجاهين ، مما يعطي للمصمم ، مزيداً من الخيارات ، تمكنه من تحديد أسلوب التحميل ، يتلاءم وظروف المبنى . يهصر إلى التمسك بالتعليقات المضافة ، الخاصة بجعل المبنى أكثر ملاءمة لظروف محلية طارئة ، إن زاد ارتفاع المبنى ، عن أربعة طوابق . يعامل المبنى ذي الطوابق الأربع ، المحمول على أعمدة ، والمخصص طابقه الأرضي لمواقف السيارات ، معاملة المباني ذات الطوابق الخمس . نادراً ما يتوافق مخطط الطابق الأرضي ، المخصص لمواقف السيارات ، مع مخطط الطوابق المتكررة المخصصة للسكنى ، مما يجعل الطابق المضاف أكثر كلفة . يعد الحل الأكثر اقتصاداً ، هو الحل



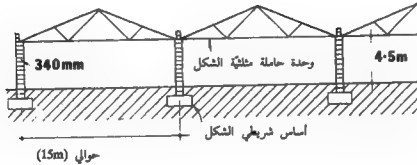
المعتمد على إشادة مبنى جدرانه من الحجر ، وأرضياته من
البيتون أو الخشب . من الصعب ضمن الظروف
الموضوعة الحالية ، إشادة مباني حجرية ، تزيد ارتفاعاتها
عن أربعة طوابق . تستحق المباني الصناعية ، المشادة من
كتل حجرية ، مزيداً من الحرص والعناية . تتناقص
صعوبات الإنشاء ، إن أشيد المبنى على شكل وحدات
متماثلة ، إذ يكفي استخدام كتائف تثبيت بسيطة ، ذات
أوزان خفيفة ، تربط ما بين عناصر السقف ، لتحقيق
إتزان المبنى بكلفة عناصره . يمكننا لتحقيق الإتزان ،
استخدام جدران مشتركة ، تقع ما بين الوحدات ،
لا تزيد سماكتها عن (34cm) ، عوضاً عن كتائف
التثبيت ، الممتدة على طول المبنى ، أنظر الشكل
(20 - 1) .

الشكل (19 - 1) : يظهر الشكل منشأ عالية الارتفاع ، مشادة من
البلوك الإنشائي .

• المباني الصناعية :

7.11- قبل الخمسينات من هذا القرن ، كانت تشاد العناصر الشاقولية للأبنية الصناعية ، على شكل بانوهات ضخمة مصنعة من البلوك أو البتون . أما الأرضيات ،

فكانت تشاد على شكل بانوهات مصنعة من البتون المسلح . أما الآن ، فقد استطاع المصممون إيجاد سبل تمكنهم من إنشاء العناصر الشاقولية ، على شكل كتل حجرية ضخمة .

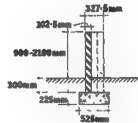
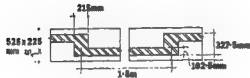


الشكل (20 - 1) : يظهر الشكل مثلاً صناعية عمولة على جدران بسيطة الأبعاد ، عرضها يساوي (340mm) : مستطين بذلك من الكتائب الحجرية الحاملة .

● متطلبات الجدران الإستنادية وأسوار

الحدائق :

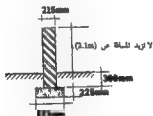
- 8.01 : لم تعد تشاد المنشآت الضخمة ، كالسدود والجدران العالية ، قصيرة الإمتداد ، من مواد بنائية . بينما ظلت الجدران الأكثر سعة ، تشاد من مواد بنائية ، حيث



ب

الشكل (21 - 1 - ب) : يظهر الشكل سلف ومقطع جدار ذي سطرحة منكسرة .

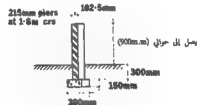
لتشكيل أكتاف قادرة على تحمل قوى الضغط . تصمم فتحات دعول الطوابق الفنية ، على شكل أسطوانة ، لكي نستطيع توظيف الفتحة لتحمل ضغوط عالية . في الآونة الأخيرة ، ألجئ المصممون نحو إنشاء أكتاف من البتون المسلح ، بينما أصبحت تشاد فتحات الطوابق الفنية من البتون مسبق الصب ، على شكل مقاطع دائرية الشكل .



c

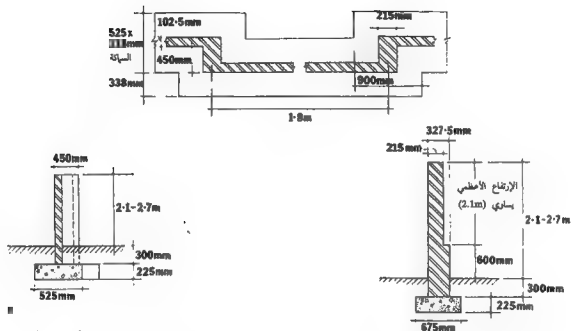
الشكل (27-1) : تظهر الأشكال جدراناً حداثليّة غوفية ، قُسمت ارتفاعاتها وفق نسب تتغير بما يتلام وشكل الجدار وقاعدته التأسيسية .

8.02 : تستخدم الجدران المشادة من البلوك بنجاح ، لبناء جدران الأكتاف ، وفتحات دعول الطابق الفني المخصص ، لتيسير إصلاح التمديدات الكهربائية والصحية . تشاد جدران البلوك ، إما على شكل جدران ضخمة ، تصلح كأساسات لما يعلوها ، أو بأبعاد بسيطة ، كافية لتشكيل قوس قادر على تحمل ضغوط عالية ، أو



a

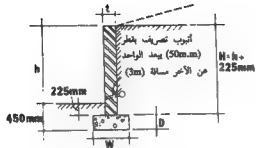
الشكل (27-1) : يظهر الشكل الأبعاد الأساسية لجدار حداثلي محمول على ركائز .



الشكل (1-22 أ) : يظهر الشكل الأبعاد التفصيلية لجدار
حدائي ذي سطوح منكسرة .

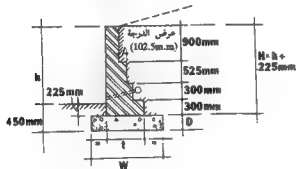
الشكل (1-22 ب) . يظهر الشكل الأبعاد التفصيلية لجدار
حدائي مستقيم .

الشكل (1-22) : يظهر الشكلان ، الأبعاد المحددة لتفاصيل
الأجزاء المكونة للجدران الحداثكية .



h_{max}	H	t	W	W	D	
(mm)						
900	1125	215	525	525	225	
1200	1425	327	5	800	600	225
1500	1725	440	675	900	225	
1800	2025	552	5	750	1050	225

لا يستعمل الجدار حوامل بوزن يا ، إضافة إلى أن نسبة الجدار القوية للمصمم لا تزيد عن (1:10) .
 إن أبعاد سطوح الإسناد تقاربا على الشكل أدنى المخطط المقترحة .
 قويا حينما القوام ويكرها على الشكل أدنى (1:10) .
 القوية عندما القوام ويكرها على الشكل أدنى (1:10) .
 للقوية الإسنادية كقطع القوية أدنى (1:10) .
 نسبة عملة القوية هي : 1:10 .



الشكل (21 - 1) : يظهر الشكل الأبعاد التفصيلية لجدار استنادي نموذجي .

● الإنجازات المستقبلية :

9.01 : نتجّه المعارة اليوم ، نحو إنتاج بانوهات جامدة من البلوك ، تستخدم إما على شكل بانوهات حاملة ، أو على شكل بانوهات للفصل ما بين الفراغات . كما ابتكرت في الآونة الأخيرة ، أنظمة للإنتاج الآلي ، تعمل ذاتياً ، الغاية منها سحب بانوهات أفقية ، وأخرى شاقولية . إنّ التطور الأكثر أهمية ، هو اكتشاف طرق تمكّنتنا من إنتاج بانوه ضخّم من البلوك ، يصل ارتفاعه إلى حوالي ثلاثة أمتار وربع ، وتبقى المشكلة التي نتحدّ من انتشار استخدامه ، هي إيجاد وسائل تركيب ملائمة ، وأخرى تساعدنا على التعامل مع مثل هذه البانوهات الضخمة .

9.02 : إنّ احتواء أنظمة بناء الأبنية الحجرية ، على تعليقات مشدّدة ، حدّت كثيراً من قدرة المعاري على الابتكار . إلّا أنّ المهتمّون بهذه الأمور ، مالبثوا أن أصبحوا بعض التعليقات المخففة ، لكي يتيحوا للمعاري مزيداً من حرية الاختيار . اعتمدت هذه التعليقات ، على تكثيف إجراء الاختبارات المخبرية ، للوصول إلى فهم العوامل الأكثر أهمية ، المؤثرة على بنية وجوده البانوه المشاد من البلوك ، وبهذا اتبحت الفرصة ، لغريلة التعليقات والإرشادات ، والإحفاظ بالمؤثر منها فقط ، ممّا خفّف على

المعاري ، الكثير من القيود التي كانت تحدّ من حرّيته في التصرف .

9.03 : إنّ المقاومة العالية ، التي تمتاز بها البانوهات المشادة من البلوك ، تجاه قوى الدفع الجانبية ، وذلك أثناء خضوعها لحمولات شاقولية ، قادتنا إلى ابتكار أساليب إنشائية ، تتبى عناصر شاقولية مسبقة الإجهاد ، مشادة من مواد بنائية .

9.04 : بعد اكتشاف الراتنجيات الإيبوكسيتية ، تمكّن المماريون من التوصل ، إلى ملاط ذات قدرة عالية على الربط . تمتاز هذه الملاط ، بقدرتها على مقاومة قوى الشد ، ممّا جعل المبني ككل ، أكثر قدرة على مقاومة قوى الضغط . لهذا ، ونظراً لارتفاع كلف استخدام الراتنجيات الإيبوكسيتية ، ينصح بتقليد استخداماته ، ليستعمل فقط في ربط عناصر من الواجب تصميمياً ، تركها بأبعادها الأصغرية ، إذ عندها يلزمنا روابط أكثر فعالية ، لكي نتمكّن من الاستفادة من كامل طاقة العنصر على التضمّن ، وهذا ذلك ، تستخدم الروابط الأخرى ، ولو كان ذلك على حساب زيادة أبعاد مقطع العنصر الحامل .

● بيان لمدى اقتصادية استخدام المواد البنائية :

10.01 : هناك العديد من المنشآت منخفضة الارتفاع ، التي إن أشيدت من مواد بنائية ، حصلنا على أبنية منخفضة الكلفة . على أي حال ، حتى الأبنية التي يصل ارتفاعها إلى حوالي ستة عشرة طابقاً ، يمكن أن تبدو إن هي أشيدت من مواد بنائية ، أبنية منخفضة الكلفة ، على الرغم من اعتراض الكثير من متهدي البناء ، إذ يفضلون إشادة ابنيتهم ، من مواد إنشائية حديثة ، لما تتميز به تلك المواد ، من قدرة على إنجاز الأعمال ، بالقرص وقت ممكن ، مما يساعدهم على استرداد أموالهم مع أرباحها بسرعة ، دون الإنظار مدداً طويلة ، تتطلبها عادة المنشآت المشادة من مواد بنائية .

10.02 : تتطلب إشادة المباني مواد بنائية ، حرصاً في اصطفاء نوعية البلوك أو الكتل البيتونية الصالحة للاستخدام ، كما تؤثر عوامل كثيرة على طريقة وأسلوب الإنشاء ، أهمها مدى توفر المادة المنتخبة . إن القيود التي تفرضها بشدة أنظمة البناء ، على استخدام مواد الإنشاء ،

لعبت دوراً في إبعاد الكثير من مواد البناء التقليدية ، خصوصاً قطع البلوك .

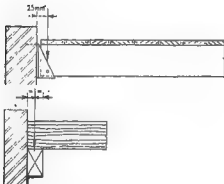
10.03 : يتميز العصر الحالي ، بانتشار دور الإعلان ، التي تقوم بحملات دعائية للترويج لمادة من مواد البناء دون أخرى ، مما قد يوقع المصمم في أخطاء الاختيار ، إن لم يكن اختياره مبنياً على التجربة العلمية . هذا ، ويحتل في أماننا هذه ، الكتل البيتونية بمختلف أشكالها وأحجامها ، مكان الصدارة في البرامج والخطط الدعائية . ويصرف النظر عن كل هذا ، تبقى الكتل البيتونية ذات الأوزان الخفيفة ، والتي لا يتجاوز وزن القطعة منها المشرة كيلو غرامات ، والتي يستطيع العامل رفعها بيد واحدة ، هي القطع الأجود والأنسب اقتصادياً ، وفق كافة مقاييس حساب الكلفة .

الفصل الثاني الحسابات الإنشائية

● المقدمة :

الأسلوب أو الطريقة التحليلية ، والثاني ويعتمد الأسلوب التجريبي . حوى الفصل أيضاً ، على بعض الأمثلة المحولة وفق كلا الطريقتين .

يتناول الفصل هذا ، الخطوط العريضة لإسكولين من أساليب حساب المنشآت الحجرية ، الأول ويعتمد



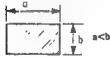
● أسس تصميم المياني الحجرية :

1.01- : تستخدم المواد البنائية بشكل خاص ، في إنشاء العناصر الشاقولية : كالجدران ، الأعمدة ، والركائز الحاملة . يمكن أن يطلق على عنصر إنشائي ، اسم جدار ، إن كان طوله يساوي على الأقل أربعة أضعاف عرضه ، وإن لم يكن الأمر كذلك ، أطلق على العنصر

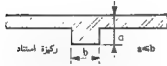
لفظة والعمود . تتألف ركيزة الإستناد أساساً ، من عمود استُكْبِل بجدار ، أنظر الشكل (1 - 2) . إن كافة المعلومات التي سترد من خلال الفقرات اللاحقة ، والتي ستتناول أساليب حساب وتصميم الجدران ، يصبح تعميمها ، بما يسمح بتطبيقها على الأعمدة والركائز ، مالم يذكر خلاف ذلك .



جدار



عمود



ركيزة إستناد

الشكل (1 - 2 - أ) : يظهر الشكل ، النسب الرابطة ما بين سُمك وطول عنصر إنشائي ، الكافية لإطلاق تسمية جدار عليه .

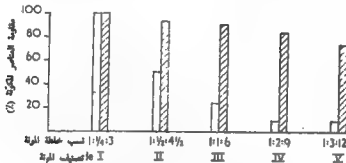
الشكل (1 - 2 - ب) : يظهر الشكل ، نسبة بعدي مقطع عنصر إنشائي ، يمكن أن يطلق عليه ، إن تحققت ، اسم عمود حبل .

الشكل (1 - 2 - ج) : يظهر الشكل ، نسبة بعدي مقطع عنصر إنشائي ، يمكن أن يطلق عليه ، إن تحققت ، اسم ركيزة إستناد .

● المقاومة :

1.02- : تستند معرفتنا لدى مقاومة العنصر المشاد من مواد بنائية ، بشكل أساسي ، على معرفتنا لنوعية الوحدات البنائية المستخدمة في الإنشاء ، أهمها بلوك ، حجر ، أم عبارة عن كتل بيتوتية . كما تستند تلك المعرفة

بشكل أقل ، على معرفتنا للتركيب الجهي وجودة المونة المستخدمة في عملية الربط ، أظن المخطط البياني الموضح في الشكل (2-2) ، وأيضاً اللوحات : (2-1) ، (2-2) ، (2-3-أ) ، و (2-3-ب) .



الشكل (2-2) : يظهر الشكل للقيمات النسبية لأنواع من المونة ، تدرج ضمن عدد من التصنيف . أجريت الدراسة لإظهار مقاومة المونة والمسطحات المظلمة ، بالمقارنة مع مقاومة قطع البلوك المستعملة والمسطحات البيضاء . تظهر نسب المزج الملائمة للمونة المستخدمة ، مدرجة ضمن الجدول (1-5) .

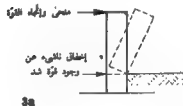
يشدُّ عن هذه القاعدة التصميمية ، الجدران المعرضة لقوى ضغط الرياح ، حيث نفترض عندها ، أنَّ للجدار قدرة بسيطة على مقاومة قوى الشد ، ونعمل على أن نجعل الجدار ، مطلقاً لتلك القدرة .

إنَّ المقابلة ما بين وحدات البلك والكتل البيوتية ، وما بين الأنواع المتعددة التي يحتويها كل صنف من الأصناف ، واختيار الأنسب منها ، لا تتحكم به دوماً ، دوافع وحجج إنشائية صرفة ، بل توجد هناك عوامل واعتبارات أخرى ، تلعب دورها في تحديد الأنسب منها . من تلك الاعتبارات على سبيل المثال : مدى توفر المادة محلياً ، إلمهات وزخات وإرادة القلائد على التنفيذ ، وغيرها من الاعتبارات الأقل أهمية ، كالتشكل النهائي لما يمكن أن يبدو عليه المدة ، وهي مرصوفة على الواجهات الخارجية ، مدى قدرة المادة المختارة على العزل الصوتي والحاراري ، كلفة الإنشاء ، ومدى قدرة المادة على التحمل .

3.03 : تمكُّ الوحدات المشادة من مواد بنائية ، وكذلك خلطات المونة المستخدمة للربط ما بين تلك الوحدات ، من العناصر ذات القدرة المنخفضة على مقاومة قوى وإجهادات الشد ، لهذا تصمَّم تلك الوحدات مع روابطها ، وليهتنا افتراض أساسي ، وهو كونها عناصر غير قادرة على عمَل أي نوع من أنواع إجهادات الشد .

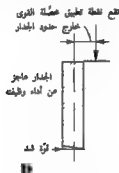
• اللا مركزية :

1.04- : تولّد عزوم الإنعطاف ، إجهادات شد وضغط ، إلا أنّ إجهادات الشد ، تبقى في المنشآت الحجرية ، ضمن الحدود المسموح بها ، والتي لا تتشكّل خطراً على



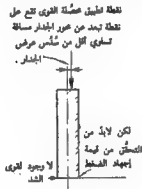
الشكل (3 - 2 - أ) : لا يبرز القراض وجود قيم القوى الشد ، حين يكون المراد تصميم منشآت بتأنيك .

المنشأة ، وذلك لكون مقادير الضغط الكلية الواقعة على الجدار ، تبلغ أضعاف القيمة السالبة ، التي يشير إليها ضغط عزم الإنعطاف ، مما يجعل تأثيرات قوى الشد في



الشكل (3 - 2 - ب) : لا يبرز القراض وجود قيم القوى الشد ، حين يكون المراد تصميم منشآت بتأنيك .

المنشآت الحجرية ، تأثيرات مهمة تصميمياً . توضّح
الفقرة « 2.09 » ، كيف يمكننا تحويل العزم وقوى الضغط
الواقعة على دعمة انضغاطية شاقولية ، إلى قوة ضغط



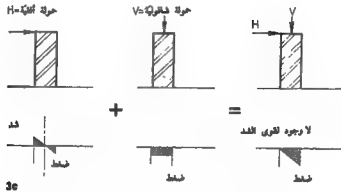
لا مركزية ، يبعد مركز تأثيرها مسافة ما ، عن مركز ثقل
مساحة المقطع الأفقي للدعامة الشاقولية . من ذلك
نستنتج ، أنه بالإمكان استبدال قوة وحيدة ، بكافّة القوى



الشكل (3 - 2 - ب) : لا يجوز افتراض وجود قيم لقوى الشد ،
حيث يكون المراد تصميم منشآت بتأثير

الشاقولية والأفقية ، المؤثرة على جدار ما ، بحيث تكون شدتها ، هي محصلة مجموعة القوى المؤثرة ، ومركز تأثيرها يبعد مسافة ما ، تمثّل حسابياً ، عن مركز ثقل مساحة المقطع الأفقي للجدار . تلك المسافة تدعى لا مركزية

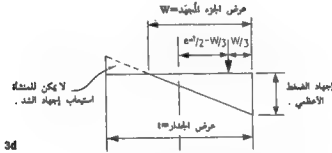
الحمولة ، أنظر الشكلين (3-2-ح) و(3-2-د) . في حال كان تحليل محصلات القوى اللامركزية هذه ، سيتبيح عنه ظهور قوى نقاط تأثيرها تقع خارج الجدار ، فإن الجدار عندها سينهار . أمّا إن وقعت القوى ، إلى جوار



الشكل (3-2-ح) : يمكننا تحويل اللّوئين الأفقيّة والشاقولية ، إلى قوة ضغط شاقولية وحيدة ، تعمل في نقطة يبعد مسافة ما عن مركز ثقل مساحة المقطع الجدار الأفقي .

حافة مقطع الجدار ، فإن ذلك سيؤدي إلى تصغير المساحة المتاحة من المقطع ، لحمل الحمولة المفروضة ، وبذا ترتفع قيمة الإجهادات لتصبح إجهادات ضخمة ، يمكن لها أن تسحق المادة البنائية فتعطلها ، مما يوجب الجدار بأضرار

تجعله عاجزاً عن أداء وظائفه ، أنظر الشكلين (3 - 2 - أ) و(3 - 2 - ب) .
هناك عوامل كثيرة ، تؤثر على موقع لا مركزية الحمولة من إحداها :



3d

الشكل (3 - 2 - ب) : يمكننا تحويل المرفزين الأفقيّة والعموديّة ، إلى قوّة ضغط شاقوليّة وحيدة ، تعمل في نقطة تبعد مسافة ما عن مركز ثقل مساحة مقطع الجدار الأفقي .

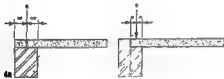
١. الوزن الذاتي للجدار :

1.05 : يمثل الوزن الذاتي للجدار ، بقوة تقع نقطة تأثيرها ، في مركز ثقل مقطع الجدار ، فإذا افترضنا أن الجدار قد أشد من مافة متجانسة القوام ، وأن له سبابة ثابتة ، فإن جدراً ثقل الوزن ، بالمقارنة مع الحمولات الأخرى المفروضة عليه ، سيساعد على تقليص المسافة التي يبعد بها مركز تطبيق محصلة القوى ، عن مركز ثقل المقطع . أي بمعنى آخر ، يقلل من لا مركزية محصلة القوى .

٢. حولة الرياح على الجدار :

1.07 : يمكن لباتوه الجدار الحجري ، تحمل أوزان باتوه آخر ، يقع على أرضية الطابق الذي يعلوه . فإن كان الجدار الذي يعلوه أقل سبابة ، أو كان عماد لجانب واحد من جانبي الباتوه الأسفل ، فإن القوة الممثلة لوزن الباتوه الأعلى ، هي قوة لا مركزية ، مطبقة على الجدار الأسفل . تتحدد تأثيرات حولة السطح وأرضيات الطوابق الأعلى ، وفقاً لموقع نقاط تأثير القوى الممثلة لها ، والتي تعتمد بندورها ، وبشكل كبير ، على طراز الإنشاء .

تدل التجارب على أن مركز تأثير القوة الممثلة لوزن بلاطة من البتون المسلح أو مسبة الإجهاد ، ذات مجاز معتدل ، ولنقل بأنه يقل عن ثلاثين ضعفاً من سبابة الجدار ، وعمولة على جدار خارجي ؛ يقع عند محور سطح الاستناد ، الممثل بالسطح العلوي للجدار ، أنظر الشكل (4 - 2 - أ) .

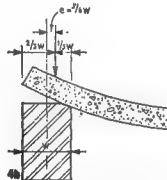


الشكل (4 - 2 - أ) : يمثل وزن الأرضية المعمولة ، ذات لجاز الممتد إلى مسافة تقل عن ثلاثين ضعفاً من سبابة الجدار الحامل ، بقوة تقع نقطة تطبيقها ، في منتصف المسافة المحيطة لسطح الاستناد .

الشكل (5-2-أ) : تتحول الجمولة إلى حولة لامركزية ، في حال ازدياد اعتماد إحتلف المجازات عن الآخر ، ما نسبته تساوي أو تزيد عن (50%) .

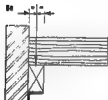
1-09: يفترض أنَّ الجدران الداخلية، التي تترك بينها مجازات متساوية تقريباً، هي جدران تحمل قوى تقع مراكز تأثيرها، على محور تلك الجدران. حل أي حال، إن زاد مجاز إحدى الجدران الداخلية، عن مجازات الجدران الأخرى، بما يزيد عن نصف طول المجاز الموحد، فإنَّ مركز تأثير الحمولة الملتصقة على هذا الجدار، يتزاح بالجهة الداخل، بما يساوي سُنْس عرض سطح الإرتكاز، انظر الشكل (5 - 2 - أ).

1-08: في حال كان جهاز البالطة ممتداً ، وتزيد مسافة بين ثلاثين ضعفاً من سيطرة الجدار الحامل ، أو كانت الأرضية خفيفة الوزن ، كأن تكون مؤلفة من عوارض خشبية ، تعلوها ألواح تكسية خشبية ، فإن تشوهاً يلحظ على شكل الأرضية ، وبالتالي فإن نقطة تأثير الحمولة ، تتأرجح باتجاه الوجه الداخلي للجدار . تميز التحليلات ، بإزاحة نقطة تأثير الحمولة المطبقة على الجدار ، بما لا يزيد عن سائس عرض سطح الإستاند ، أنظر الشكل (4 - 2 - ب) .



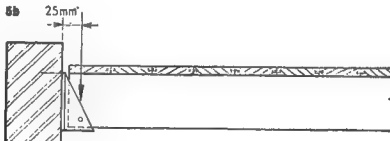
الشكل (4-2-ب) : يمثل وزن الأرضية المحمولة ، ذات المخطط الممتد إلى مسافة تزيد عن اللابز شعاعاً من سيات الجدار الحامل ، بقوة تبعث نقطة تطبيقها عن محور الجدار ، مسافة تساوي (1/6) من عرض الجدار.

إن حوى الجدار على بروز شعبي حامل ، يقع محاذ لسطح الجدار من الداخل ، وظيفته تلقي حمولة أرضية أو سطح المبني ، فإن نقطة تأثير تلك الحمولة ، تقع على محور سطح الارتكاز ، أنظر الشكل (5 - 2 - ب) .



الشكل (5 - 2 - أ) : تتحول الحمولة إلى حمولة لا مركزية ، في حال استندت الأرضية ، على عارضة عمولة على زاوية مائلة .

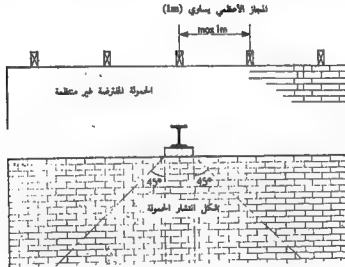
إن كانت هناك أرضية خشبية ، محمولة على عارضة خشبية ، محمولة بدورها على حرة حديدية ، مثبتة ضمن الجدار ، فإن أنظمة البناء تنص ، على أن نقطة تأثير الحمولة في هذه الحالة ، تبعد عن السطح الداخلي للجدار ، مسافة (25cm) ، أنظر الشكل (5 - 2 - ب) .



الشكل (5 - 2 - ب) : تتحول الحمولة إلى حمولة لا مركزية ، في حال استندت الأرضية ، على حروات تحميل جانبية

1.10- : إنَّ كاتبة الأمثلة التي تم مناقشتها في الفقرة السابقة ، هي أمثلة تفترض بأن الحمولة موزعة بالتساوي تقريباً ، على كامل طول الجدار . أمّا في حال كانت الحمولة مركزة على جزء من طول الجدار ، فالأمر يختلف ،

إد عندها يتلقّى الجدار الحمولة المركزة ، ليستّها وفق خطوط تمتد على جانبي سطح الإستناد ، وتصنع مع محور الإرتكاز زاوية (45°) ، أنظر الشكل (6 - 2) .



الشكل (6 - 2) : يظهر الشكل الحمولة الموزعة على امتداد طول الجدار .

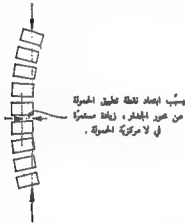
• نسبة اللآ مركزية :

1.11- : من المفيد أحياناً ، التعبير عن أثر الحمولات اللآ مركزية ، بمقدار مقارنة ما بين عرض الجدار ، ومواضع نقاط تأثير تلك الحمولات عليها . لذا وجد مفهوم ونسبة اللآ مركزية ، المعبر عنه بالعلاقة (٩٤) ، حيث يمثل الحرف (e) ، المسافة التي تبعد بها نقطة تأثير الحمولة ، عن محور سطح الإستناد . بينما يمثل الحرف (t) ، سماكة الجدار . لفهم ومعرفة مجالات تطبيق تلك النسبة ، في الحقل الإنشائي ، أنظر الفقرة (3.08) .

• عدم الإستقرار ونسبة النعولة :

1.12- : بصرف النظر عن القوى المسببة لقلب الجدار أو تحطمه وسحق أجزائه منه ، وكذلك بصرف النظر عن القوى اللآ مركزية ، وانتفاء احتمال تواجدھا ، يبقى ندار معرضاً للإسهار ، إن كان جداراً غير مستقر . إن مفهوم عدم استقرار العناصر المعرضة لقوى ضغط مفروضة ، هو مفهوم معقد ، ليس من السهل دوماً إدراك تفاصيله ، على الرغم من أن آلية تأثيره على المنشأة معروفة

تماماً . تسبب التشوهات الظاهرة على العنصر ، زيادة في عزوم الإنعطاف ، التي تسبب بدورها ، زيادة تصيب قيم التشوهات ، فالعلاقة كما نرى جدلية ، واستمرارها على للنسب الطويل ، يتحول وضع المبني من سيء إلى أسوأ ، إلى أن ينهار المبني أخيراً ، أنظر الشكل (7-2) .



الشكل (7-2) : يظهر الشكل ، انهيار منشأة ، بسبب التحميل أصاب استقرارها . تتحكم نسبة النعولة ، بمدى استقرار المنشأة الجدارية .

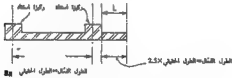
هناك ثلاثة عوامل رئيسية ، تؤثر على هذه تعرض
البنى لأخطار تزايد التشوهات هي : مقدار الحمولة ،
الارتفاع ولي بعض الأحيان طول العنصر ، وأخيراً
السكّاة . توجد هناك علاقة تناسب ما بين العاملين
الأخيرين ، وبين قيمهم الحقيقية ، هي في الواقع في غاية
الأهمية . تسمى النسبة ما بين قيمتي العاملين الأخيرين ،
نسبة التحولة . نسبة التحولة تساوي

الارتفاع الفعّال أو الطول الفعّال السكّاة الفعّالة

تستخدم لفظة «الفعّال» لتكون قيم الأبعاد
الحقيقية ، وكذلك السكّاة الحقيقية للجدار ، يمكن لنا
تعديلها ، لكي تتواءم مع ظروف شائعة ، سيجري
توضيحها في الفقرة التالية .

1.3- : من الضروري معرفة ماهية الوثائق ، التي تحدّد
من حرية الجدران ، وكذلك معرفة فعّالية المعالم الفيزيائية
الأخرى المحيطة بالجدار ، والتي تحدّد من حرية حركته ،
بصرف النظر عن المعالم الفيزيائية للجدار ذاته . فمن
المعلوم أنّ هناك عناصر تساعد على إبقاء الجدار في موضعه

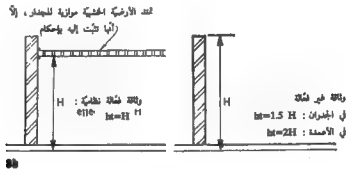
منها : الجدران الأخرى ، الأسقف ، والأرضيات . إن
كانت الوثائق الرئيسية ، التي تحدّد من حرية حركة
الجدار ، ليست سوى عناصر شاقولية ، تعمل على إحكام
ربط طرفي الجدار ، للإحتفاظ به في موضعه ، كما هو
الحال في الأعمدة البيتوتية المسكّاة أو الجدران الإستنادية ،
فإنّ الجدار عندها سيتمد أفقياً ، وستحدّد نسبة التحولة ،
وفقاً للطول الفعّال ، المساوي هنا للمسافة المحصورة
ما بين محور الروابط الشاقولية ، أنظر الشكل (8 - 2 -
أ) . أما إن كان الجدار مولّوفاً من طرف واحد فقط ، فإنّ
الطول الفعّال عندها مساوي (2/3) من قيمة الطول
الحقيقي ، أنظر أيضاً الشكل (8 - 2 - أ) .



الشكل (8 - 2 - أ) : يظهر الشكل طريقة حساب الطول الفعّال .

1.14- : إن جدراناً حرة ، من غير قيود ، هي جدران
تضفي في الاتجاه الشاقولي ، وارتفاعها النقال ، هو
المستخدم عند حساب نسبة التحولة . من المفترض عادة ،
أن الجدار الممتد شاقولياً ، هو جدار موثوق من قاعدته ،
إن لم يكن يعمل وثاقه نظامية ، فيعمل وزنه الذاتي ، لذا

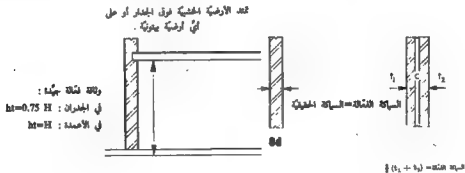
تكون الحالة التي يكون عليها سطح الجدار من الأهل ،
هي التي تحدّد قيمة ارتفاع الجدار النقال . تتراوح قيمة
الارتفاع النقال لأمثال هذه الحالات ، ما بين (1½-¾)
من قيمة الارتفاع الحقيقي ، وذلك تبعاً لدرجة ارتباط
الجدار بالعناصر المثبتة ، ولدرجة فعالية تلك المثبتات ،



الشكل (8-2-ب) : يظهر الشكل طريقة حساب الارتفاع
النقال .

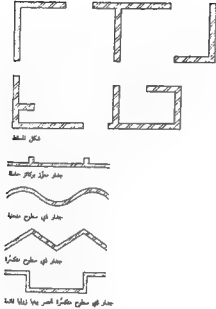
أنظر الشكلين (8 - 2 - ب) و (8 - 2 - ج) . تتراوح
مسافة الإرتفاع الفُعال للأعمدة ما بين (1-2) من مسافة
الإرتفاع الحقيقي .

1.15- : تساوي السبَاكة الفُعالَة لجدار صلد ، السبَاكة
الحقيقيّة لذاك الجدار ، بينما تساوي السبَاكة الفُعالَة لجدار
مفرّغ ، ثلثي سبَاكة كلا الطرفين الصلدين من الوحدة
البنائيّة ، أنظر الشكل (8 - 2 - د) .



الشكل (8 - 2 - ج) : يظهر الشكل طريقة حساب السبَاكة
الفُعالَة .

1.16- : إن مشكلة عدم الاستقرار ، هي واحدة من المشكلات الرئيسية ، التي يواجهها المصمم ، عند تصديبه لتنفيذ منشأة حجرية حاملة . إن محاولة تخفيض نسبة النحولة ، من طريق رفع سيطرة المنصر الإنشائي الحامل ، تعد محاولة باهظة التكاليف ، إذ تعني زيادة في كمية المادة ، زيادة في أبعاد التصنيع ، وزيادة في المساحة اللازمة لاستيعابها ، إضافة إلى ما تسببه من مشاكل تتركز عند منسوب التأسيس . يستخدم لتضادي مشاكل عدم الاستقرار ، حلول متعلّقة منها : تزويد الجدران بركائز ودهاليز ، تتوزع على مسافات منتظمة ، أو اختيار أشكال للجدران ، تساهم في زيادة ورفع درجة ثباتها ، كأن تستخدم جدران متلاقية وفق زوايا قائمة ، جدران منحنية ، جدران منكسرة وفق زوايا حادة ومنفرجة ، وجدران منكسرة وفق زوايا قائمة ، أنظر الشكل (2-9) . تراعى طريقة ترتيب وتوزيع الجدران ، وتولى عناية خاصة عند حساب المنشآت الحجرية ، خصوصاً إن كانت عبارة عن عناصر تدخل في تشكيلة أبنية حجرية عالية الارتفاع .



الشكل (2-9) : إن شكل الجدار ، وطريقة ترتيب أجزائه للكونة في المسط ، أهمّ خاصّة في المنشآت الحجرية الطويلة .

● أساليب التصميم :

2.01- : هناك أسلوبين شاع استخدامهما في الآونة الأخيرة ، لتصميم وحساب المنشآت الحجرية ، الأول ويدهى الأسلوب التحليلي ، والثاني ويدهى الأسلوب التجريبي .

● الأسلوب التحليلي :

● خطوات التصميم

- إيجاد الحمولة الكلية :

3.01- : عند تصميم أي ركيزة حجرية أو جدار حجري ما ، ينبغي أولاً إيجاد الإجهادات الأعظمية المتولدة داخل بنية تلك العناصر . لمعرفة وحساب تلك الإجهادات ، ينبغي في البدء إيجاد وحساب كافة الحمولات المطبقة ، كالوزن الذاتي للمنشأة ، والحمولات الحية ، المتوقعة من أرضيات المبني .

- إيجاد اللأ مركزية القصوى :

3.02- : يصبح من الضروري ، بعد حساب وإيجاد قيمة كافة الحمولات ، معرفة كيفية انتشار وتوزيع تلك الحمولات على سطح الجدار ، فهو انتشار على طول الجدار ، أم عبر سبائكه .

إن كان انتشار وتوزيع الحمولة على طول الجدار ، فمن الممكن نظرياً ، تقسيم الجدار إلى وحدات طولية ، بحيث تقبل الحمولة ، وكأنها موزعة بانتظام . تؤخذ وحدات الطول المساوية لـ (1m) كأساس للتصميم ، وذلك لتسهيل عملية إجراء الحسابات من جهة ، ولكون التباينات في قيم الحمولات الواقعة عليها ، بسيطة إلى حد يمكن إهمالها .

رمز التصنيف	بعد ثباته وعشرين يوماً	بعد سبعة أيام
I	16.0 N/mm ²	11.0
II	8.0	5.8
III	4.0	2.75
IV و V	1.5	1.0

اللوحة (2-1) : تظهر اللوحة مقاومات المونة المطلوبة وفق مواقعها من التصنيف ، مقدرة بـ (N/mm²) . أنظر النسب وماعية المواد الداخلية في تركيب المونة المصنعة ، وذلك في اللوحة (5-1) .

- إيجاد الإجهاد الحقيقي الأعظمي :

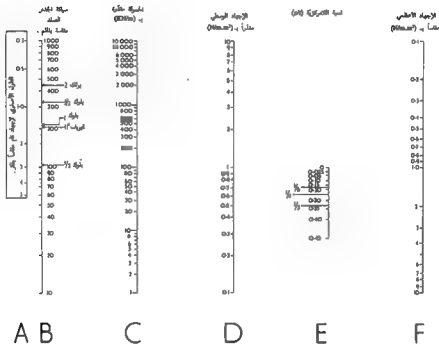
3.03- نستخدم لإيجاد الإجهاد الحقيقي الأعظمي ، المخطط البياني رقم (I) ، حيث نضع خطاً يربط ما بين سكة الجدار على المقياس المدرج (B) ، وبين قيمة الحمولة المدونة على المقياس المدرج (C) ، ليقطع امتداده المقياس المدرج (D) ، في نقطة هي المحددة لقيمة معدل الإجهاد . لنصل الآن النقطة هذه ، إلى النقطة المحددة لقيمة لا مركزية الحمولة المسجلة على المقياس المدرج (E) ، ومن ثم نحدد الخط المكوّن منها ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (F) ، في نقطة ، يمثل ما هو مدون إلى جوارها ، مقدار القيمة العددية للإجهاد الأعظمي . لاحظ أن قيم السكاكات المدونة على المقياس المدرج (B) ، هي قيم سكة المادّة الصلبة الداخلة في تركيبة الجدار ، أنظر الفقرة « 1.17 » . سجلت على المقياس المدرج (B) ، قيم السكاكات الشائعة لوحداث البلوك المستخدمة في إنشاء الجدران المصمتة والمقرّحة . تشير الأرقام المدونة على المقياس المدرج (A) ، إلى الأطوال الأصغرية للجدران ، المقابلة لكل سكة من السكاكات

المدونة على المقياس المدرج المجاور (B) ، وهذا يتيح لنا عند التصميم ، استخدام الإجهادات الأعظمية المسموح بها ، دون خوف الوقوع في الخطأ . إنّ أهمية المقارنة هذه ، تظهر بوضوح ، أثناء الإنتقال إلى الجزء الثاني من عملية الحساب .

3.04- نسمي لإيجاد قيمة الإجهاد الأعظمي المسموح به للجدار . ينبغي أن تكون القيمة هذه ، أكبر من قيمة الإجهاد الحقيقي ، المستخرجة قيمته من خلال مراحل الحساب المنوّه عنها سابقاً ، لكي يكون الجدار ، جداراً سليماً ، فإن لم يكن الأمر كذلك ، فلا بدّ من إعادة التصميم .

تكتسب لا مركزية نقطة تطبيق محصلة الحمولات ، أهمية خاصّة ، في حال كان انتشار وتوزّع الحمولة يتم عبر سكة الجدار . يتم إيجاد مسافة إبتعاد نقطة التطبيق هذه ، عن محور أو مركز ثقل المساحة ، من خلال تدبّع المراحل الوضّحة في الفقرات من (1.07 إلى 1.10) .

المخطط الياني رقم (1) : ويستخدم لتحديد الإجهاد الحقيقي .



- إيجاد إجهاد التصميم الأساسي المسموح به للمواد المستخدمة :

3.05 : لإيجاد ذلك ، أنظر اللوحة (2 - 2) الخاصة بمادة البلوك ، اللوحة (3 - 2 - آ) واللوحة (3 - 2 - ب) ، المالدتان للكتل البيتونية .

- إيجاد نسبة النحولة :

3.06 : ينبغي تعديل قيمة الإجهاد الأساسي ، بما يتوافق ونسبة نحولة الجدار . يمكننا إيجاد الارتفاع أو الطول الفعّال من الفقرتين (112) و(113) ، كما يمكننا إيجاد السكّاة الفعّالة من الفقرة (1.14) .

اللوحة (3 - 2 - ب) : تظهر اللوحة الإجهادات الأساسية لقطع بيتونية ذات وجه تشميل أبعادها (190 mm × 190 mm) .

إجهادات التشميل الأساسية للارتفاع من القمة وذلك حسب مراحلك تلك القوية من المصنف العام بقطر 10 (mm)		١		٢		٣		٤		٥		٦		٧		٨		٩		١٠		١١		١٢		١٣		١٤		١٥		١٦		١٧		١٨		١٩		٢٠		٢١		٢٢		٢٣		٢٤		٢٥		٢٦		٢٧		٢٨		٢٩		٣٠		٣١		٣٢		٣٣		٣٤		٣٥		٣٦		٣٧		٣٨		٣٩		٤٠		٤١		٤٢		٤٣		٤٤		٤٥		٤٦		٤٧		٤٨		٤٩		٥٠		٥١		٥٢		٥٣		٥٤		٥٥		٥٦		٥٧		٥٨		٥٩		٦٠		٦١		٦٢		٦٣		٦٤		٦٥		٦٦		٦٧		٦٨		٦٩		٧٠		٧١		٧٢		٧٣		٧٤		٧٥		٧٦		٧٧		٧٨		٧٩		٨٠		٨١		٨٢		٨٣		٨٤		٨٥		٨٦		٨٧		٨٨		٨٩		٩٠		٩١		٩٢		٩٣		٩٤		٩٥		٩٦		٩٧		٩٨		٩٩		١٠٠																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢	٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠	٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
٧٥ mm	٢-٨	٣	٣-٥	٥-٧	٧-١٠	١٠-١٣	١٣-١٦	١٦-٢٠	٢٠-٢٣	٢٣-٢٦	٢٦-٣٠	٣٠-٣٣	٣٣-٣٦	٣٦-٤٠	٤٠-٤٣	٤٣-٤٦	٤٦-٥٠	٥٠-٥٣	٥٣-٥٦	٥٦-٦٠	٦٠-٦٣	٦٣-٦٦	٦٦-٧٠	٧٠-٧٣	٧٣-٧٦	٧٦-٨٠	٨٠-٨٣	٨٣-٨٦	٨٦-٩٠	٩٠-٩٣	٩٣-٩٦	٩٦-١٠٠	١٠٠-١٠٣	١٠٣-١٠٦	١٠٦-١١٠	١١٠-١١٣	١١٣-١١٦	١١٦-١٢٠	١٢٠-١٢٣	١٢٣-١٢٦	١٢٦-١٣٠	١٣٠-١٣٣	١٣٣-١٣٦	١٣٦-١٤٠	١٤٠-١٤٣	١٤٣-١٤٦	١٤٦-١٥٠	١٥٠-١٥٣	١٥٣-١٥٦	١٥٦-١٦٠	١٦٠-١٦٣	١٦٣-١٦٦	١٦٦-١٧٠	١٧٠-١٧٣	١٧٣-١٧٦	١٧٦-١٨٠	١٨٠-١٨٣	١٨٣-١٨٦	١٨٦-١٩٠	١٩٠-١٩٣	١٩٣-١٩٦	١٩٦-٢٠٠	٢٠٠-٢٠٣	٢٠٣-٢٠٦	٢٠٦-٢١٠	٢١٠-٢١٣	٢١٣-٢١٦	٢١٦-٢٢٠	٢٢٠-٢٢٣	٢٢٣-٢٢٦	٢٢٦-٢٣٠	٢٣٠-٢٣٣	٢٣٣-٢٣٦	٢٣٦-٢٤٠	٢٤٠-٢٤٣	٢٤٣-٢٤٦	٢٤٦-٢٥٠	٢٥٠-٢٥٣	٢٥٣-٢٥٦	٢٥٦-٢٦٠	٢٦٠-٢٦٣	٢٦٣-٢٦٦	٢٦٦-٢٧٠	٢٧٠-٢٧٣	٢٧٣-٢٧٦	٢٧٦-٢٨٠	٢٨٠-٢٨٣	٢٨٣-٢٨٦	٢٨٦-٢٩٠	٢٩٠-٢٩٣	٢٩٣-٢٩٦	٢٩٦-٣٠٠	٣٠٠-٣٠٣	٣٠٣-٣٠٦	٣٠٦-٣١٠	٣١٠-٣١٣	٣١٣-٣١٦	٣١٦-٣٢٠	٣٢٠-٣٢٣	٣٢٣-٣٢٦	٣٢٦-٣٣٠	٣٣٠-٣٣٣	٣٣٣-٣٣٦	٣٣٦-٣٤٠	٣٤٠-٣٤٣	٣٤٣-٣٤٦	٣٤٦-٣٥٠	٣٥٠-٣٥٣	٣٥٣-٣٥٦	٣٥٦-٣٦٠	٣٦٠-٣٦٣	٣٦٣-٣٦٦	٣٦٦-٣٧٠	٣٧٠-٣٧٣	٣٧٣-٣٧٦	٣٧٦-٣٨٠	٣٨٠-٣٨٣	٣٨٣-٣٨٦	٣٨٦-٣٩٠	٣٩٠-٣٩٣	٣٩٣-٣٩٦	٣٩٦-٤٠٠	٤٠٠-٤٠٣	٤٠٣-٤٠٦	٤٠٦-٤١٠	٤١٠-٤١٣	٤١٣-٤١٦	٤١٦-٤٢٠	٤٢٠-٤٢٣	٤٢٣-٤٢٦	٤٢٦-٤٣٠	٤٣٠-٤٣٣	٤٣٣-٤٣٦	٤٣٦-٤٤٠	٤٤٠-٤٤٣	٤٤٣-٤٤٦	٤٤٦-٤٥٠	٤٥٠-٤٥٣	٤٥٣-٤٥٦	٤٥٦-٤٦٠	٤٦٠-٤٦٣	٤٦٣-٤٦٦	٤٦٦-٤٧٠	٤٧٠-٤٧٣	٤٧٣-٤٧٦	٤٧٦-٤٨٠	٤٨٠-٤٨٣	٤٨٣-٤٨٦	٤٨٦-٤٩٠	٤٩٠-٤٩٣	٤٩٣-٤٩٦	٤٩٦-٥٠٠	٥٠٠-٥٠٣	٥٠٣-٥٠٦	٥٠٦-٥١٠	٥١٠-٥١٣	٥١٣-٥١٦	٥١٦-٥٢٠	٥٢٠-٥٢٣	٥٢٣-٥٢٦	٥٢٦-٥٣٠	٥٣٠-٥٣٣	٥٣٣-٥٣٦	٥٣٦-٥٤٠	٥٤٠-٥٤٣	٥٤٣-٥٤٦	٥٤٦-٥٥٠	٥٥٠-٥٥٣	٥٥٣-٥٥٦	٥٥٦-٥٦٠	٥٦٠-٥٦٣	٥٦٣-٥٦٦	٥٦٦-٥٧٠	٥٧٠-٥٧٣	٥٧٣-٥٧٦	٥٧٦-٥٨٠	٥٨٠-٥٨٣	٥٨٣-٥٨٦	٥٨٦-٥٩٠	٥٩٠-٥٩٣	٥٩٣-٥٩٦	٥٩٦-٦٠٠	٦٠٠-٦٠٣	٦٠٣-٦٠٦	٦٠٦-٦١٠	٦١٠-٦١٣	٦١٣-٦١٦	٦١٦-٦٢٠	٦٢٠-٦٢٣	٦٢٣-٦٢٦	٦٢٦-٦٣٠	٦٣٠-٦٣٣	٦٣٣-٦٣٦	٦٣٦-٦٤٠	٦٤٠-٦٤٣	٦٤٣-٦٤٦	٦٤٦-٦٥٠	٦٥٠-٦٥٣	٦٥٣-٦٥٦	٦٥٦-٦٦٠	٦٦٠-٦٦٣	٦٦٣-٦٦٦	٦٦٦-٦٧٠	٦٧٠-٦٧٣	٦٧٣-٦٧٦	٦٧٦-٦٨٠	٦٨٠-٦٨٣	٦٨٣-٦٨٦	٦٨٦-٦٩٠	٦٩٠-٦٩٣	٦٩٣-٦٩٦	٦٩٦-٧٠٠	٧٠٠-٧٠٣	٧٠٣-٧٠٦	٧٠٦-٧١٠	٧١٠-٧١٣	٧١٣-٧١٦	٧١٦-٧٢٠	٧٢٠-٧٢٣	٧٢٣-٧٢٦	٧٢٦-٧٣٠	٧٣٠-٧٣٣	٧٣٣-٧٣٦	٧٣٦-٧٤٠	٧٤٠-٧٤٣	٧٤٣-٧٤٦	٧٤٦-٧٥٠	٧٥٠-٧٥٣	٧٥٣-٧٥٦	٧٥٦-٧٦٠	٧٦٠-٧٦٣	٧٦٣-٧٦٦	٧٦٦-٧٧٠	٧٧٠-٧٧٣	٧٧٣-٧٧٦	٧٧٦-٧٨٠	٧٨٠-٧٨٣	٧٨٣-٧٨٦	٧٨٦-٧٩٠	٧٩٠-٧٩٣	٧٩٣-٧٩٦	٧٩٦-٨٠٠	٨٠٠-٨٠٣	٨٠٣-٨٠٦	٨٠٦-٨١٠	٨١٠-٨١٣	٨١٣-٨١٦	٨١٦-٨٢٠	٨٢٠-٨٢٣	٨٢٣-٨٢٦	٨٢٦-٨٣٠	٨٣٠-٨٣٣	٨٣٣-٨٣٦	٨٣٦-٨٤٠	٨٤٠-٨٤٣	٨٤٣-٨٤٦	٨٤٦-٨٥٠	٨٥٠-٨٥٣	٨٥٣-٨٥٦	٨٥٦-٨٦٠	٨٦٠-٨٦٣	٨٦٣-٨٦٦	٨٦٦-٨٧٠	٨٧٠-٨٧٣	٨٧٣-٨٧٦	٨٧٦-٨٨٠	٨٨٠-٨٨٣	٨٨٣-٨٨٦	٨٨٦-٨٩٠	٨٩٠-٨٩٣	٨٩٣-٨٩٦	٨٩٦-٩٠٠	٩٠٠-٩٠٣	٩٠٣-٩٠٦	٩٠٦-٩١٠	٩١٠-٩١٣	٩١٣-٩١٦	٩١٦-٩٢٠	٩٢٠-٩٢٣	٩٢٣-٩٢٦	٩٢٦-٩٣٠	٩٣٠-٩٣٣	٩٣٣-٩٣٦	٩٣٦-٩٤٠	٩٤٠-٩٤٣	٩٤٣-٩٤٦	٩٤٦-٩٥٠	٩٥٠-٩٥٣	٩٥٣-٩٥٦	٩٥٦-٩٦٠	٩٦٠-٩٦٣	٩٦٣-٩٦٦	٩٦٦-٩٧٠	٩٧٠-٩٧٣	٩٧٣-٩٧٦	٩٧٦-٩٨٠	٩٨٠-٩٨٣	٩٨٣-٩٨٦	٩٨٦-٩٩٠	٩٩٠-٩٩٣	٩٩٣-٩٩٦	٩٩٦-١٠٠٠	١٠٠٠-١٠٠٣	١٠٠٣-١٠٠٦	١٠٠٦-١٠١٠	١٠١٠-١٠١٣	١٠١٣-١٠١٦	١٠١٦-١٠٢٠	١٠٢٠-١٠٢٣	١٠٢٣-١٠٢٦	١٠٢٦-١٠٣٠	١٠٣٠-١٠٣٣	١٠٣٣-١٠٣٦	١٠٣٦-١٠٤٠	١٠٤٠-١٠٤٣	١٠٤٣-١٠٤٦	١٠٤٦-١٠٥٠	١٠٥٠-١٠٥٣	١٠٥٣-١٠٥٦	١٠٥٦-١٠٦٠	١٠٦٠-١٠٦٣	١٠٦٣-١٠٦٦	١٠٦٦-١٠٧٠	١٠٧٠-١٠٧٣	١٠٧٣-١٠٧٦	١٠٧٦-١٠٨٠	١٠٨٠-١٠٨٣	١٠٨٣-١٠٨٦	١٠٨٦-١٠٩٠	١٠٩٠-١٠٩٣	١٠٩٣-١٠٩٦	١٠٩٦-١١٠٠	١١٠٠-١١٠٣	١١٠٣-١١٠٦	١١٠٦-١١١٠	١١١٠-١١١٣	١١١٣-١١١٦	١١١٦-١١٢٠	١١٢٠-١١٢٣	١١٢٣-١١٢٦	١١٢٦-١١٣٠	١١٣٠-١١٣٣	١١٣٣-١١٣٦	١١٣٦-١١٤٠	١١٤٠-١١٤٣	١١٤٣-١١٤٦	١١٤٦-١١٥٠	١١٥٠-١١٥٣	١١٥٣-١١٥٦	١١٥٦-١١٦٠	١١٦٠-١١٦٣	١١٦٣-١١٦٦	١١٦٦-١١٧٠	١١٧٠-١١٧٣	١١٧٣-١١٧٦	١١٧٦-١١٨٠	١١٨٠-١١٨٣	١١٨٣-١١٨٦	١١٨٦-١١٩٠	١١٩٠-١١٩٣	١١٩٣-١١٩٦	١١٩٦-١٢٠٠	١٢٠٠-١٢٠٣	١٢٠٣-١٢٠٦	١٢٠٦-١٢١٠	١٢١٠-١٢١٣	١٢١٣-١٢١٦	١٢١٦-١٢٢٠	١٢٢٠-١٢٢٣	١٢٢٣-١٢٢٦	١٢٢٦-١٢٣٠	١٢٣٠-١٢٣٣	١٢٣٣-١٢٣٦	١٢٣٦-١٢٤٠	١٢٤٠-١٢٤٣	١٢٤٣-١٢٤٦	١٢٤٦-١٢٥٠	١٢٥٠-١٢٥٣	١٢٥٣-١٢٥٦	١٢٥٦-١٢٦٠	١٢٦٠-١٢٦٣	١٢٦٣-١٢٦٦	١٢٦٦-١٢٧٠	١٢٧٠-١٢٧٣	١٢٧٣-١٢٧٦	١٢٧٦-١٢٨٠	١٢٨٠-١٢٨٣	١٢٨٣-١٢٨٦	١٢٨٦-١٢٩٠	١٢٩٠-١٢٩٣	١٢٩٣-١٢٩٦	١٢٩٦-١٣٠٠	١٣٠٠-١٣٠٣	١٣٠٣-١٣٠٦	١٣٠٦-١٣١٠	١٣١٠-١٣١٣	١٣١٣-١٣١٦	١٣١٦-١٣٢٠	١٣٢٠-١٣٢٣	١٣٢٣-١٣٢٦	١٣٢٦-١٣٣٠	١٣٣٠-١٣٣٣	١٣٣٣-١٣٣٦	١٣٣٦-١٣٤٠	١٣٤٠-١٣٤٣	١٣٤٣-١٣٤٦	١٣٤٦-١٣٥٠	١٣٥٠-١٣٥٣	١٣٥٣-١٣٥٦	١٣٥٦-١٣٦٠	١٣٦٠-١٣٦٣	١٣٦٣-١٣٦٦	١٣٦٦-١٣٧٠	١٣٧٠-١٣٧٣	١٣٧٣-١٣٧٦	١٣٧٦-١٣٨٠	١٣٨٠-١٣٨٣	١٣٨٣-١٣٨٦	١٣٨٦-١٣٩٠	١٣٩٠-١٣٩٣	١٣٩٣-١٣٩٦	١٣٩٦-١٤٠٠	١٤٠٠-١٤٠٣	١٤٠٣-١٤٠٦	١٤٠٦-١٤١٠	١٤١٠-١٤١٣	١٤١٣-١٤١٦	١٤١٦-١٤٢٠	١٤٢٠-١٤٢٣	١٤٢٣-١٤٢٦	١٤٢٦-١٤٣٠	١٤٣٠-١٤٣٣	١٤٣٣-١٤٣٦	١٤٣٦-١٤٤٠	١٤٤٠-١٤٤٣	١٤٤٣-١٤٤٦	١٤٤٦-١٤٥٠	١٤٥٠-١٤٥٣	١٤٥٣-١٤٥٦	١٤٥٦-١٤٦٠	١٤٦٠-١٤٦٣	١٤٦٣-١٤٦٦	١٤٦٦-١٤٧٠	١٤٧٠-١٤٧٣	١٤٧٣-١٤٧٦	١٤٧٦-١٤٨٠	١٤٨٠-١٤٨٣	١٤٨٣-١٤٨٦	١٤٨٦-١٤٩٠	١٤٩٠-١٤٩٣	١٤٩٣-١٤٩٦	١٤٩٦-١٥٠٠	١٥٠٠-١٥٠٣	١٥٠٣-١٥٠٦	١٥٠٦-١٥١٠	١٥١٠-١٥١٣	١٥١٣-١٥١٦	١٥١٦-١٥٢٠	١٥٢٠-١٥٢٣	١٥٢٣-١٥٢٦	١٥٢٦-١٥٣٠	١٥٣٠-١٥٣٣	١٥٣٣-١٥٣٦	١٥٣٦-١٥٤٠	١٥٤٠-١٥٤٣	١٥٤٣-١٥٤٦	١٥٤٦-١٥٥٠	١٥٥٠-١٥٥٣	١٥٥٣-١٥٥٦	١٥٥٦-١٥٦٠	١٥٦٠-١٥٦٣	١٥٦٣-١٥٦٦	١٥٦٦-١٥٧٠	١٥٧٠-١٥٧٣	١٥٧٣-١٥٧٦	١٥٧٦-١٥٨٠	١٥٨٠-١٥٨٣	١٥٨٣-١٥٨٦	١٥٨٦-١٥٩٠	١٥٩٠-١٥٩٣	١٥٩٣-١٥٩٦	١٥٩٦-١٦٠٠	١٦٠٠-١٦٠٣	١٦٠٣-١٦٠٦	١٦٠٦-١٦١٠	١٦١٠-١٦١٣	١٦١٣-١٦١٦	١٦١٦-١٦٢٠	١٦٢٠-١٦٢٣	١٦٢٣-١٦٢٦	١٦٢٦-١٦٣٠	١٦٣٠-١٦٣٣	١٦٣٣-١٦٣٦	١٦٣٦-١٦٤٠	١٦٤٠-١٦٤٣	١٦٤٣-١٦٤٦	١٦٤٦-١٦٥٠	١٦٥٠-١٦٥٣	١٦٥٣-١٦٥٦	١٦٥٦-١٦٦٠	١٦٦٠-١٦٦٣	١٦٦٣-١٦٦٦	١٦٦٦-١٦٧٠	١٦٧٠-١٦٧٣	١٦٧٣-١٦٧٦	١٦٧٦-١٦٨٠	١٦٨٠-١٦٨٣	١٦٨٣-١٦٨٦	١٦٨٦-١٦٩٠	١٦٩٠-١٦٩٣	١٦٩٣-١٦٩٦	١٦٩٦-١٧٠٠	١٧٠٠-١٧٠٣	١٧٠٣-١٧٠٦	١٧٠٦-١٧١٠	١٧١٠-١٧١٣	١٧١٣-١٧١٦	١٧١٦-١٧٢٠	١٧٢٠-١٧٢٣	١٧٢٣-١٧٢٦	١٧٢٦-١٧٣٠	١٧٣٠-١٧٣٣	١٧٣٣-١٧٣٦	١٧٣٦-١٧٤٠	١٧٤٠-١٧٤٣	١٧٤٣-١٧٤٦	١٧٤٦-١٧٥٠	١٧٥٠-١

نستعين لإيجاد نسبة التحويلة ، بالمنطوق الببائي رقم (2) ، حيث نرسم خطأ مستقيماً ، يصل ما بين نقطة تقع على المقاييس المدرج (G) ، مطابقة لقيمة السكاسة الفعلية

مستوی ذات وجه تخلخل ، أبعاد: (440mm x 215 mm)

إجماليات التحليل الأسلاك الخارج من القبة وذلك حسب نوع تلك القبة من المعدل العام	IV	III	II	I	الفرق بين (I+II+III+IV) و (I+II+III+IV) المعدل العام	نسبة : الإزاحة / النسبة	السمات
75	---	---	0-70	0-70	0-70	2-07	75
---	---	1-02	0-70	1-10	21-1	---	II
0-60	0-60	2-00	2-00	14-0	2-00	---	III
---	---	0-70	0-70	0-70	0-0	---	IV
---	---	0-70	0-70	0-70	0-0	---	II
---	---	0-70	0-70	0-70	0-0	---	III
0-62	0-62	0-70	0-70	0-70	0-0	---	IV
0-66	0-66	0-70	0-70	0-70	0-0	---	II
---	---	0-70	0-70	0-70	0-0	---	III
0-64	0-64	1-01	1-10	1-01	10-0	---	IV
---	---	2-00	2-00	2-00	14-0	---	II

١٠٠٪ من المشاركين في الدراسة قد تم تدريبهم على استخدام أجهزة الكمبيوتر.

١٠ : جدول العناصر (١-٦) ، أهم مكونات الغزاة ونسب الغزو الخاصة في تركيا

العائلة للجدار موضوع التصميم ، وبين نقطة تقع على
المقياس المدرج (H) ، مطابقة لقيمة ارتفاع الجدار المسجلة
على واحد من الأعمدة المكونة بالرموز (H₁, H₂, H₃, H₄) ،
وذلك تبعاً لنوعية الوثائق المستخدمة في ربط الجدار . ثمَّ

الخط المستقيم هذا ، ليقطع المقياس المدرج (M) ، في
نقطة ، تمثل القيمة المسجلة عندها ، مقدار القيمة العددية
نسبة التحويلة .

اللوحة (3 - 2 - ب) : تظهر اللوحة الإجهادات الأساسية ، لقطع
مبتوتية ذات وجه تشميل ، أبعاده (215 mm X 1440 mm)

الإجهادات المحورية الأساسية للأنواع من التربة وذلك حسب موقع التربة من تقصيد العام مقداراً بـ (MPa/cm ²)	VI	V	IV	III	II	I	الفرجة	نسبة - الإزاحة/السمكة	السمكة
0-04	0-04	0-07	0-07	0-07	0-07	0-07	II	1-00	140
0-03	0-04	0-07	0-07	0-07	0-07	0-07	II	1-20	180
0-02	0-03	0-06	0-06	0-06	0-06	0-06	II	1-10	160
0-01	0-02	0-05	0-05	0-05	0-05	0-05	II	1-00	210
0-04	0-04	0-07	0-07	0-07	0-07	0-07	II	0-90	220
0-03	0-03	0-06	0-06	0-06	0-06	0-06	II	0-80	230
0-02	0-02	0-05	0-05	0-05	0-05	0-05	II	0-70	240
0-01	0-01	0-04	0-04	0-04	0-04	0-04	II	0-60	250
0-00	0-00	0-03	0-03	0-03	0-03	0-03	II	0-50	260
0-00	0-00	0-02	0-02	0-02	0-02	0-02	II	0-40	270
0-00	0-00	0-01	0-01	0-01	0-01	0-01	II	0-30	280
0-00	0-00	0-00	0-00	0-00	0-00	0-00	II	0-20	290
0-00	0-00	0-00	0-00	0-00	0-00	0-00	II	0-10	300

١ : تدرج الإجهادات تحت التربة - التربة إلى ما يلي .

II : تدرج تربة بخرق مفرقة ، وهي التربة التي تفرق طبقة حاملة ما بين (30%) و (70%) من مجموع كتلة التربة الإجمالية

III : تدرج تربة الرز ، أي طبقة التربة المتصلدة ، كتلة بخرق حاملة ، وهي طبقة تفرق على التربة البخرق ، التي تفرق طبقة حاملة ، لا تقل نسبها عن (70%) من مجموع مساحة التربة

IV : تفرق التربة (أ - ب) ، تفرق تربة حاملة ينسب تفرق التربة المتصلدة في تركيبها .

المخطط البياني رقم (2) ويستخدم للوصول إلى الإجهاد الأعظمي المسموح به .

إجهاد الشد في الأضلاع
المسح به
مطابقاً بـ (N/mm²)

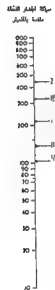
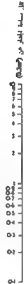
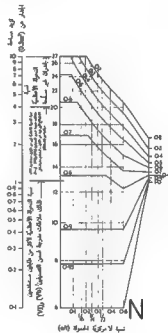
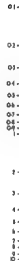
معدل الشد

نسبة الترسية

الإجهاد الفعلي مطبقاً بـ
(N/mm²)

مساحة الجدار
مطابقاً بـ

الإرتفاع مطابقاً بـ



G

H

J

K

L

M

P

Q

3.07- تمثل القيم المدونة على القياس المدرج (M) ،
قيم نسب النحولة الأعظمية المسموح بها ، والمطابقة لأنواع

اللوحة (2-2) : تظهر اللوحة إجهادات التشيل الأساسية
لوحدات مشادة من البلوك النظامي .

الارتفاع/السمك/السمك أو أقل من 0-90

رقم تصنيف الارتفاع	سمك اللوحة	سمك اللوحة	سمك اللوحة	سمك اللوحة	سمك اللوحة	سمك اللوحة	سمك اللوحة
14	90-8 H/mm ⁴	8-08	4-80	3-80	3-10	2-80	1-40
13	82-8	8-18	4-04	3-44	2-78	2-22	1-27
11	78	4-98	3-82	3-28	2-86	2-14	1-21
	75	4-52	3-80	3-28	2-88	2-13	1-21
10-8	72-8	4-72	3-71	3-18	2-88	2-08	1-18
10	68	4-68	3-80	3-10	2-80	2-08	1-18
8	62	4-12	3-27	2-85	2-31	1-81	1-11
8	62	3-48	2-84	2-81	2-15	1-76	1-07
7-8	62	3-80	2-80	3-30	2-08	1-72	1-05
7	62	3-27	2-82	3-38	1-88	1-88	1-00
6	41	3-47	3-38	3-08	1-80	1-81	0-82
8	34-8	3-80	3-08	1-85	1-86	1-40	0-84
4	27-8	2-08	1-70	1-80	1-44	1-18	0-78
3-8	24	1-88	1-89	1-45	1-30	1-05	0-72
3	20-8	1-88	1-45	1-80	1-18	0-85	0-70
2-8	17-8	1-47	1-30	1-20	1-08	0-88	0-68
	17	1-44	1-28	1-18	1-05	0-88	0-68
2	14	1-38	1-15	1-10	1-00	0-80	0-60
1-8	10-8	1-08	0-85	0-88	0-85	0-70	0-58
1	7	0-70	0-70	0-70	0-65	0-68	0-42
	5-8	0-68	0-68	0-68	0-65	0-58	0-34
0-8	3-8	0-58	0-58	0-58	0-55	0-33	0-22
	2-8	0-28	0-28	0-28	0-28	0-21	0-21

متعددة من التراكيب الإنشائية ، المعروفة طرزها ومادتها ،
بجمل مدونة الى جوار القياس المدرج . تلخص
الملاحظات المدونة بما يلي :

1 - تستخدم القيم الممثلة لنسب النحولة ، المحصورة
ما بين الرقمين (6-13) ضمناً ، للجدران غير المسلحة ،
المشادة من البلوك والكتل البيتونية ، والمتراصة بمونة
لا اسمتية ، مدرجة ضمن التصنيفين الموضحين على
اللوحتين (4-2) و(5-2) .

2 - تعدد القيم الممثلة لنسب النحولة المحصورة ما بين
الرقمين (13-20) ، القيم المسموح بها للجدران غير
المسلحة ، المشادة من البلوك والكتل البيتونية ، والمتراصة
بمونة خالية من الإسمنت ، والتي لا يزيد ارتفاعها عن
ارتفاع طابقين . كما تمثل القيم المسموح بها ، لجدران تقل
سماكتها عن (90m.m) ، وإن زاد ارتفاع المبني عن
طابقين .

3 - تستخدم القيم الممثلة لنسب النحولة المحصورة ما بين
(20-27) ، للجدران المشادة من البلوك والكتل
البيتونية ، والمتراصة وحداتها بمونة اسمتية .

١٠ إيجاد إجهاد التشغيل الأسامي المسموح به :

3.08- بعد أن استخرجنا نسبة التحولة « r » ، وبعد

أن حرقنا المساحة المحددة للامركزية لمحطة الحمولات

« e » ، يمكننا الآن حساب عامل التخفيض « K » ،

من خلال العلاقة التالية :

$$K = 1 - (r - 6)(0.0275 + 0.06e/r)$$

اللوحة (4-2) : تظهر اللوحة السهائات الأصغرية ، الموازنة

الجدران متغيرة الأطوال والارتفاعات . تستخدم الأبعاد هذه ، في

إنشاء الجدران الخارجية للمحطة المحيطة بالحجر والمقاصير صغيرة

الأبعاد . كما تستخدم في إنشاء الجدران الفاصلة

إرتفاع حصى بطر	أطول حصى بطر	إسالة حصى بطر
< 3-6	< 13-0	180
> 3-6 < 6-0	< 13-0	180
	> 6-0 < 13-0	280
	< 6-0	280
> 6-0 < 12-0	> 6-0 < 12-0	280

أو 175 من ارتفاع حصى في جزء من أجزاء حصى حقل ، فيا حصر

اللوحة (4-2-ب) : جدران خارجية مفرقة ، محطة بصبج

ومقاصير ، أو جدران فاصلة .

سهلة الجزء الداخلي حصى بطر	سهلة ارتفاع حصى بطر	سهلة الجزء الخارجي من الجدران حصى بطر
> 80	< 75	دعامة أقل على (750mm)
> 80	< 100	دعامة أقل على (750mm)
	> 80	دعامة أقل على (750mm)

بني أن لا يقل جسر سهلة جزئي الجدران الخارجة والمقاصير حصى بطر (750mm) ، من سهلة القلابة ، فيا أو استخدم حصى حقل .

يمكننا حل أي حال ، زيادة الإجهاد المخفض نسبة

(25%) ، شريطة أن لا تزيد قيمة التخفيض الزائدة ، عن

تلك التي يمكن التوصل إليها عند تطبيق القاعدة السابقة ،

وبعد تمويض قيمة لا مركزية محطة الحمولات (e)

بالصفر . تدرج قيم عامل التخفيض في المخطط البياني

الثاني .

يمكننا إيجاد النقطة المطابقة لقيمة النسبة (e/N) ،
 مدونة على المقياس الأفقي المدرج (N) ، وذلك فور معرفتنا
 لقيمة نسبة التحويلة ، المدونة على المقياس المدرج الشاقولي
 (NM) . تبقى تلك القيمة ملازمة للمنطقة المائلة لمعامل
 التخفيض . تتبع الخطوط والمنحنيات ، إلى أن نصل إلى
 النقطة المطلوبة ، الواقعة على المقياس المدرج (P) . نصل
 النقطة هذه ، بالنقطة الواقعة على المقياس المدرج (L) ،

والمثثلة لقيمة الإجهادات الأساسية ، كما هي مدونة في
 اللوحة (2 - 2) أو (3 - 2 - أ) أو (3 - 2 - ب) . نجد
 الخط المستقيم المكوّن من النقطتين المشار إليهما سابقاً ، إلى
 أن يتقاطع مع المقياس المدرج (Q) في نقطة ، يمثل الرقم
 المدون إلى جوارها ، قيمة إجهادات التشكيل الأعظمية
 المسموح بها .

اللوحة (5 - 2) : تظهر اللوحة السهائات الأصغرية الموافقة لجدران
 متغيرة الأطوال والإزاحات . تستخدم الأبعاد هذه لإنشاء الجدران
 الخارجية للحصنة ، أو لإنشاء الجدران المشتركة ، الواصلة ما بين
 أبنية متلاصقة .

الارتفاع مثلاً بـ	الطول مثلاً بـ	السمك مثلاً بـ
0-3	0-3	100
3-6	3-6	150
6-9	6-9	200
9-12	9-12	250
12-15	12-15	300

اللوحة (5 - 2 - ب) : جدران خارجية مفرقة وجدران مفرقة
 مشتركة ، تربط ما بين يانين متلاصقين .

جزء خارجي مثلاً بـ	السمك مثلاً بـ	الارتفاع مثلاً بـ	الطول مثلاً بـ	الارتفاع مثلاً بـ
0-3	0-3	0-3	0-3	0-3
3-6	3-6	3-6	3-6	3-6
6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
9-12	9-12	9-12	9-12	9-12
12-15	12-15	12-15	12-15	12-15

* حالات خاصة :

-3.09 : كما نوهنا سابقاً ، تفرض أنظمة البناء ، استخدام عوامل تخفيض أكبر ، لتخفيض مجموعها قيم الإجهادات الأساسية ، وذلك حال تناول الدراسة التصميمية ، كلاً من الركائز والجدران شديدة القصر . لمعرفة القيمة المخفضة للإجهاد الأساسي ، نستخدم المخطط البياني الثاني ، حيث نصل النقطة المثلثة لقيمة الإجهاد الأساسي المدونة على المقياس المدرج (K) ، مع النقطة المثلثة لمساحة الركيزة أو الجدار موضوع الدراسة ، والمدونة على المقياس المدرج (I) . عند الخط المستقيم المكوّن من النقطتين السابقتين ، إلى أن يتقاطع مع المستقيم المدرج (L) في نقطة ، يمثل الرقم المدون إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأساسي المخفض للجدار أو الركيزة . نتابع بعد ذلك بقية العمليات الحسابية ، وفق تسلسلها الموضح في الفقرات السابقة .

-3.10 : تسمح لنا أنظمة البناء ، لمعامل عامل تخفيض الإجهادات ، الرموز له بالرمز (Ks) ، في منطقة من الجدار ، محصورة ضمن المسافة المحددة ما بين الوثائق الجانبية ، ونقطة تبعد عنها مسافة تساوي ثُمْن ارتفاع

الجدار . لذا وضمن المناطق هذه ، تنبئ قيم إجهادات التشغيل المسموح بها كاملة ، كما هي مدونة على المقياس المدرج (L) .

-3.11 : إن جدراناً تبدو في المسقط ، على شكل سطوح متعرجة ، وأخرى حرّزت صلابتها ، من خلال ركائز استناد أو جدران عرضية ، تتوزّع على فواصل منتظمة ، لمي جدران أكثر ثباتاً ، وبالتالي فإنّ نسب نحولتها تتناقص ، بينما تزداد قدرتها على تحمّل الإجهادات .

3.12: تمدُّ الجدران المشادة من حجر خشيم ، والمصطفة وفق خطوط عشوائية ، أقل قدرة على تحمل الإجهادات ، من تلك المشادة من حجر خشيم ، والمصطفة على شكل مداميك نظامية . على أي حال ، تساوي الإجهادات المسموح بها لجدران مشادة من حجر خشيم ، مصطفة عشوائياً ، ثلاثة أضعاف الإجهادات المسموح بها لجدران مشادة من حجر خشيم ، مصطفة على شكل مداميك نظامية .

3.13: نفترض عند إجراء الحساب ، أنَّ الجدران المشادة من عند من المواد المتجانسة ، وكأنها جدران قد أُنشئت بكاملها من المادة الأضعف إنشائياً . لأن لم يكن الافتراض ملائماً لطبيعة المشادة ، فلا بدَّ من أن نكتفي بأخذ سبابة المادة الأقوى لفظ ، من ضمن مجموع سبابات المواد الداخلة في تركيب الجدار ، والإقتصار عليها عند إجراء الحساب .

إنَّ استخدام أكثر من مادة واحدة في تركيب بنية الجدار ، توقعنا في إزبكات لا حصر لها ، وذلك بسبب تباین مرونة المواد هذه ، إضافة إلى تباین خصائص التمدد والتقلص ، التي تتصف بها تلك المواد عادة .

• حولة الرياح :

3.14: تقتصر عمليات أنظمة البناء الحالية ، على بعض المعلومات البسيطة ، المتعلقة بكيفية تصميم جدران بنائية مقاومة لحمولات الرياح . هذا ، وتفترض معظم الأبحاث الحديثة ، على أنَّ للجدران البنائية ، قدرة على مقاومة حولات الرياح ، وأنَّ هذه القدرة ، تتمثل بإجهادات تشغيل تدخل في العملية الحسابية ، وهي تساوي (0.149 N/m^2) في حالة عزوم الشد ، وتساوي (0.28 N/m^2) ، عندما يكون المراد حساب قدرة تلك الجدران ، على مقاومة قوى القص ، المتولدة عن حولات الرياح .

3.15: إنَّ الملاحظات المدونة ، ضمن تعليمات أنظمة التنفيذ ، تفترض أنَّ الجدران هذه ، غير معرضة لحمولات شاقولية ، سوى الحمولة المثقلة لوزنها الذاتي ، لذا فهي تبدي تحفظات على النتائج المستخلصة ، والقيم المعيارية المدونة سابقاً ، إن تعرض الجدار لحمولات شاقولية إضافية .

● طرق التصميم وفق الأسلوب التجريبي :

4.01 : إن طريقة التصميم وفق الأسلوب التجريبي ، هي عبارة عن مجموعة من العمليات المستقلة من العديد من أنظمة البناء الحالية .

● شروط التطبيق :

4.02 : يطبق الأسلوب التجريبي في التصميم ، للحالات التالية :

- 1 - فقط في الأبنية السكنية ، التي لا يزيد ارتفاع جدرانها أو سطحها الأخير عن (15m) .
- 2 - ينبغي أن يكون عرض البناء ، أو عرض الجناح البارز من البناء ، مساوياً على الأقل ، نصف ارتفاع البناء ، أو ارتفاع الجناح البارز منه .
- 3 - ينبغي أن يحوي البناء ، جدراناً خارجية ، تحيط به من كافة جوانبه تقريباً ، وإن كان يسمح بأن يكون إحدى جوانبه ، مكوناً من أجزاء بنائية ، محكمة الترابط .
- 4 - يسمح بأن تكون مساحة البناء تساوي (70m²) ، إن كانت الجدران الخارجية المترابطة ، تحيط بكامل جوانب

البنى ، أما في حال كان ترابط الأجزاء الحاملة ، يقع على جانب واحد من جوانب البناء ، فلا يجوز أن تزيد مساحة البنى عن (30m²) .

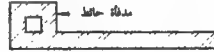
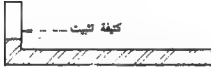
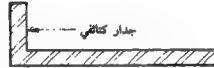
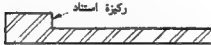
● نوعية المواد :

- 4.03 : ينبغي - أن تتحلل الأبنية بالمواصفات التالية :
- 1 - ينبغي أن لا يزيد طول أو ارتفاع أي جدار من جدران البناء عن (12m) .
 - 2 - ينبغي أن ترتبط نهاية كل جدار من جدران البنى ، أو يتحكم ربطها بطريقة ما ، إما بكتلة جدارية ، بركيزة استناد ، أو عتبة جدارية .
 - 3 - ينبغي أن تمتد الجدار في كل طابق ، ليغطي ارتفاعه ارتفاع الطابق بكامله .
 - 4 - يجوز أن تمتد الجدار غير الحامل لأرضية البنى ، إلى عجلات واسعة ، تزيد عن (6m) ، حيث تحسب وتقاس مسافة المجرى ، بقياس المسافة المحصورة ما بين محاور العناصر الحاملة .

5 - في حال كان هناك اختلاف في منسوب الأرض الطبيعية ، حل أي من جانبي الجدار الواقع في الطابق الأدنى ، لأن سياكة الجدار ، الممتلئة بسياكة المائدة الصلبة منه ، أو سياكة الجزئين الصليبين من الجدار المقرغ ؛ ينبغي أن لا تقل عن ربع الفرق ما بين المنسوبين .

6 - ينبغي أن لا تزيد مجموع الحملات الحية والميتة ، التي يقوم الجدار بنقلها إلى قاعدته التأسيسية ، عن (70 KN/m) .
7 - ينبغي أن لا يتقل الجدار أو يتعرض لحملات جانبية ، سوى حمولة الرياح .

أطراف الجدران كائنة

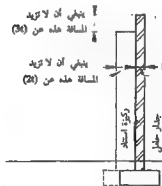
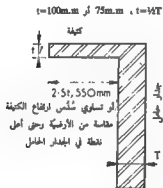


الشكل (10-2) : يوضح الشكل الوصلات الموصلة عند طرفي الجدار .

* الدعم الجانبي :

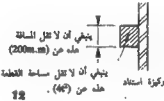
- 4.05 : ينبغي أن تربط كافة جدران المبنى ، ما عدا الجدران الخاصة الحاملة للتوالت البارزة ، ومن كلا

طرفيها ، إما بركائز استناد ، بكثافة تثبيت ، بجدران كتائفة ، أو بملقحة جدارية ، أنظر الشكل (10 - 2) .



الشكل (11 - 2) : يظهر الشكل السبب الرابطة ما بين أبعاد جدار كتائفي

تتمركز الجدران الكتافية من ثبات الجدران الحاملة ، وتمنع عنها الانقلاب الجانبي ، أنظر الشكل (11 - 2) . ينبغي تصميم الجدار الكتافي ، بحيث يبرز عن الجدار الحامل ، مسافة لا تقل عن ثلث ارتفاع الجدار ، أو



الشكل (12 - 2) : يظهر الشكل النسب الراجعة ما بين أبعاد ركيزة الاستناد .

بمسافة تساوي (550m.m) ، أيها أكبر . كذلك ينبغي أن تمتد الجدران الكتافية ، ذات النوافذ أو الإرتدادات المشابهة بشكلها لفتحات النوافذ ، مسافة لا تقل عن (550m.m) ، عن الجدار الحامل ، خصوصاً إن كانت مساحة الفتحة تزيد عن (0.6m²) .

4.06 : تمتد ركيزة الاستناد أو كتيفة التثبيت نحو الأعلى ، ليشمل امتدادها ، كامل ارتفاع الجدار ، من قاعدته وحتى منسوب أهل نقطة فيه . تبرز ركيزة الاستناد عن الجدار ، بمسافة تساوي على الأقل ، ضعف سهاكة الجدار . ينبغي أن لا يقل عرض ركيزة الاستناد ، المستخدمة في دعم الجدران جانبياً ، عن (190m.m) ، أنظر الشكل (12 - 2) .

4.07 : ينبغي أن تتحلل مدافئ الحائط المستخدمة في دعم الجدران ، بما تتحلل به ركائز الاستناد ، فيما يتعلق بمساحة المقطع الأفقي للملئة الصلبة ، وذلك بعد إقصاء مساحة فتحة النار ، ومساحة أنابيب وفتحات المدخن . كما ينبغي أن لا تقل السهاكة الكلية للمدافئ الحائط عن ضعف سهاكة الجدار الحامل .

❖ قياس طول الجدار :

- 4.08 : يقاس طول الجدار ويحدد ، بالمسافة المحصورة ما بين محوري ركيزتي الاستناد ، الواقعتين على طرفي الجدار ؛ ما بين محوري كتيفي التثبيت ؛ ما بين محوري جدارين كتافيين ، أو ما بين محوري مدخلين حائط ، تقعان على طرفي الجدار .

❖ قياس ارتفاع الجدار :

- 4.09 : يقاس ارتفاع الجدار ، ابتداء من منسوب الجانب السفلي من أرضية الطابق ، إلى منسوب الجانب السفلي من أرضية الطابق الذي يعلوه . وفي حالة الطابق الأرضي ، يقاس ارتفاع الجدار ، ابتداء من قاعدته ، وحتى منسوب الجانب السفلي من أرضية الطابق الأول . تقاس ارتفاعات الجدران الحاملة للجملونات ؛ من الجانب السفلي لأرضية الطابق ، إلى نقطة تقع في منتصف المسافة المجددة لارتفاع الجملون . تقاس ارتفاعات الجدران العائدة ، من نقطة الأساس المتوزع عنها سابقاً ، إلى أعلى نقطة متواجدة على الجدار ، مستثنين من ذلك ارتفاع التصبونة ، على أن لا يزيد ارتفاعها عن (1.2m) .

❖ تحديد سبابة الجدار :

- 4.10 : تزودنا اللوحة (4 - 2) ، بالسباكات الأصغرية المطلوبة لجدران ذات أطوال وارتفاعات متباينة . هذا ، وفي كل الأحوال ، لا يجوز أن تقل سبابة الجدار ، عن 3% من ارتفاع الطابق . تؤخذ سبابة الجدار ، في حال إنشائه من قطع حجرية ، من الصوان ، أو أي مادة مزججة أخرى ، بما يساوي (3%) من السباكات المدونة إلى جوار جدران مكافئة ، جرى استعراضها في اللوحة (4 - 2) .

❖ تحديد أبعاد الجدران المقررة :

- 4.11 : ينبغي أن يزود كل جدار مفرغ ، بصرف النظر عن طوله ، بدعامة جانبية ، تقع عند كل سفلى من الأسفل ، المطلوب من الجدار تلقي أوزانه . في حال كان ارتفاع الجدار ، يزيد عن (3m) ، فإن الدعامة الجانبية للجدار ، تتواجد عند كل أرضية من الأرضيات المحمولة على الجدار .

ينبغي أن لا تقل مسافة إحدى فرعي الجدار المقرغ من (90m.m) ، كما ينبغي أن تربط معاً ، بروابط تتوافق نوعيتها ، مع ما هو مدون في أنظمة البناء . ينبغي أن لا يزيد البعد الألفي ، ما بين عوارز الروابط عن (900m.m) ، كما ينبغي أن لا يزيد البعد الشاقولي ما بين عوارز الروابط تلك من (450m.m) . يضاف رابط كل (300m.m) ، عند قوائم الأبواب أو الفتحات بأنواعها ، ما لم تكن عناصر الحوائط متراصة أصلاً .

ينبغي أن لا يقل عرض الفجوة الواقعة داخل الجدار المقرغ من (50m.m) ، ولا يزيد عن (75m.m) ، عدا الجدران المقرغة ، التي جرى ربطها بروابط مجدولة ، تقع أفقياً على مسافات منتظمة ، بين الواحدة والأخرى مسافة (750m.m) ، وشاقولياً أيضاً على مسافات منتظمة ، تحصر بينها مسافات تساوي كل منها (100m.m) ، إذ عندما يجوز لوصول عرض الفتحة إلى حوالي (100m.m) . ينبغي أيضاً أن لا يقل مجموع مسافة الجزئين الصلدين من الجدار المقرغ ، مضاف إليه (10m.m) ، من المسافة المطلوبة لجدار صلب ، مكافئ له في الطول والارتفاع .

● الجدران الداخلية الحاملة :

- 4.12 : يمكن أن ترتفع الجدران الداخلية الحاملة ، الواقعة في الطابق الأول ، من سقي ذي ثلاثة طوابق ، لتلقي حوامل كل من الأرضيتين اللتين تعلوانه . تصمم الجدران الداخلية الحاملة هذه ، بمسافة (140m.m) ، أو بمسافة تعادل مسافة الجدران الداخلية ، على أن تكون قيمة تلك المسافة ، مضافاً إليها (5m.m) ، تزيد عن نصف مسافة أي من الجدران الخارجية ، أو أي من جدران الغرف أو المقاصير المستقلة ، أو حتى أي من الجدران المنفصلة ، المساوية للجدران الداخلية تلك ، في الطول والارتفاع .

● المنشآت الملحقة :

- 4.13 : تتعامل أنظمة البناء ، في بعض بنودها ، مع الأبنية بسيطة الأبعاد ، ومع المنشآت الملحقة ، كالشرف المحاولية «الفرندات» ، الحدائق المغطاة المرفوعة لأشعة الشمس «السديقات» ، كسراجات السيارات ، المستودعات ، دورات المياه ، وما شابهها من الفراغات المتصلة بالأبنية السكنية الصغيرة . ينبغي أن لا يزيد

ارتفاع تلك المنشآت من (3m) ، وأن لا تزيد عروضها عن (9m) .

تشاد تلك المنشآت ، على جدران بنيت من البلوك الصلب ، أو من القطع البترولية المتسكة ، على أن لا ترك ممرضة لأيّة حوالة ، سوى حوالة الرياح ، والحوالات المنقولة من سقف المنشأة ، وعلى أن تربط بإحكام ، إلى ركائز استنادية ، أو كتائف تحميل جانبية ، وبذلك يتناقص الطول الفعّال ، إلى ما يقارب الثلاثة أمتار ، مقاسة ما بين محاور الدعامات الطرفية . غالباً ما تستخدم جدران بسكاكات أصغرية ، لا تقل عن (90m.m) .

• التصوينات :

4.14 : نصمّ الجدران المثلثة لتصاوين الشرفات والأسطح ، بسكاكات تساوي حل الأقل ربع ارتفاعاتها . يكفي إن أشيدت التصوينة من مواد صلبة ، أن تكون سكاكتها مساوية لـ (190m.m) ، أو أن تكون بسكاكة جدار الإرتكاز الحامل لها ، ألياً أقل .

ينبغي أن تكون سكاكة التصوينة ، إن أشيدت من قطع من البلوك المقرغ ، مساوية لسكاكة جدار الإرتكاز الحامل لها .

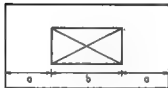
• الفتحات والإرتدادات الجدارية :

4.15 : تحكّم بمواضع ومساحة الفتحات والإرتدادات الجدارية ، تعليمات وشروط جرى توضيحها على الشكل (13 - 2) .

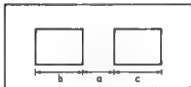
• البروزات السقفية :

4.16 : ينبغي تجنب ترك أجزاء من أسطح الأبنية ، بارزة عن جدرانها الحاملة ، إن كان ذلك سبب إفساداً لاستقرار وثبات أيّ جزء من أجزائها ومكونات الجدار الحامل .

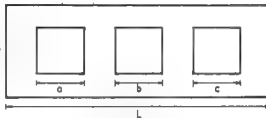
$$a \geq \frac{b}{6}$$



$$a \geq \frac{b+c}{6}$$



$$a+b+c \leq \frac{2L}{3}$$



الشكل (2-13) : يظهر الشكل النسب الرابطة ما بين أبعاد الجدران الخارجية ، أو بين أبعاد تلك المساحة ما بين بتاين متصلين .

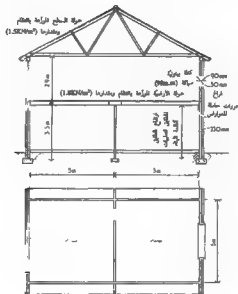
الفصل الثالث

مِثَال تَطْبِيقِي

● المقدمة :

والثاني على الأسلوب التجريبي ، وذلك من خلال مثال تطبيقي .

سنجري في هذا الفصل ، مقارنة ما بين طريقتي الحساب ، المعتمدة أولاهما على الأسلوب التحليلي ،



* سبائك القطعة البيتونية :

- 1.02 : تشير تعليمات أنظمة البناء ، حل وجوب أو جواز استخدام قطع بيتونية بسبائك (75m.m) ، إن كان المطلوب منها ، إنشاء جدار مفرغ . إلا أن السبائك هذه ، ووفق المعطيات الحالية ، تعد من السبائك غير الكافية ، مما يضطرنا إلى البدء بسبائك افتراضية أكبر ، ولنفترض مبدئياً ، أن سبائك الجزء الصلب من القطعة المفرغة يساوي (90m.m) ، يمحصران بينها مراعاً بسبائك (50m m) تتنوع كثافة القطع البيتونية ، وفقاً لتوجيه ومقاومة المواد الداخلة في تركيبها ، إلا أن المعدل الوسطي لكثافة القطع البيتونية يساوي (800kg/m³) . يمكننا تغيير القيمة الدالة على المعدل الوسطي ، لكثافة القطعة البيتونية ، بقيمة حقيقية تتوصل إليها ، باختيار القطعة البيتونية ، المراد استخدامها في إنشاء الجدار .

* حساب وزن الجدار :

- 1.03 : تجرى الحسابات وفق وحدات القوة ، لذا نحول قيمة كثافة كتلة القطعة البيتونية ، بما يتوافق وتلك الوحدات .

إن كتلة (1m³) من القطع البيتونية تساوي :
 $2 \times 90 \text{ m.m} = 180 \text{ m.m}$
 لذا يكون وزن المتر المربع من القطع البيتونية يساوي :

$$\frac{0.18 \times 800 \times 9.81 \text{ N}}{1000} = 1.41 \text{ KN/m}^2$$

• حساب القوة الأعظمية الواقعة على

الجدار :

1.04 : لا عيّننا مبدئياً ، معرفة الحمولات الأعظمية ، حيث أنّ ما عيّننا بأىء في بدء ، معرفة قيم الإجهادات المسموح بها ، وهي قيم يتم معرفتها ، من خلال معرفتنا لنسبة التحولة ، وليس لها علاقة ، بقدرة العنصر على مقاومة قوى الضغط . كما رأينا ، يمكننا إهمال عامل تخفيض نسبة التحولة ، ضمن المسافة المحصورة ما بين الوثاقة الطرفية ، وبين نقطة تبعد عنها مسافة تساوي ثُمن ارتفاع الجدار . لهذا ينبغي أن نجد الحمولة على بعد يساوي : $\frac{3.5}{8} = 0.44m$ ، وذلك ابتداء من نقطة قاعدة الجدار .

1.05 : لتتأّصل أوّل الحمولات المطبقة عند مركز ثقل الجدار (الحمولات متصلة المراكز) .

الوزن الذاتي للجدار = وزن وحدة المساحة \times الارتفاع .

$$1.41kN/m^2 \times (2.9m + 3.5m - 0.44m) \\ = 8.4kN/m.$$

• وزن سطح المبنى :

- أوزان مواد الإنشاء :

- 1.06 : وتشمل أوزان القطع الخشبية وقرايمد تغطية السقف . لاحظ التغيرات التي تطرأ على قيمة الحمولات الواقعة على سطح مائل ، إذ تصبح على مستو أفقي كالتالي :

$$\text{الحمولة المطلوبة على مستو أفقي} = \frac{\text{وزن السطح}}{\text{جيب تمام زاوية ميل السطح}}$$

- الحملات الحية :

بخصوصاً ما كان منها ناشئاً عن تراكم الثلوج .
لتفترض في مثالنا ، أنَّ حمولة السطح على الجدار ،
هي حمولة مساوية لـ (1.5KN/m^2) . فتكون الحمولة
الواقعة على الجدار مساوية لـ :
وزن وحدة المساحة \times نصف مجاز السطح .

$$= 1.5\text{KN/m}^2 \times \frac{10\text{m} + (2 \times 0.23\text{m})}{2}$$

||

$$= 7.85\text{KN/m}.$$

يمكننا الآن إيجاد الحمولة الكلية ، المطبقة عند مركز
الثقل والمساوية لـ :

$$8.4 + 7.85 = 16.25\text{KN/m}.$$

• وزن الأرضية الوسطية :

= 1.07 : تعدُّ حمولة الأرضية الوسطية ، من الحملات
اللامركزية . يتمُّ أولاً حساب حمولة وحدة المساحة ،
وذلك وفق الإجراءات التي تمَّ بها حساب حمولة السطح .
في الحالة هذه ، نفترض أنَّ مجموع الحمولة الميتة والحية
تساوي (1.8KN/m^2) ، بما فيها أوزان فواصل الطابق
الأول .

الحمولة اللامركزية = وزن وحدة المساحة \times نصف مجاز
الأرضية .

$$1.8 \times \frac{5}{2} = 4.5\text{KN/m}.$$

وكما وضحتنا في فقرة سابقة ، تبعد نقطة تطبيق حمولة
العارضة المحملة ضمن عروات تحميل جانبية ، عن
الوجه الداخلي للجدار ، مسافة (25m.m) ، لهذا تكون
المسافة المحددة للامركزية الحمولة تساوي :
 $25\text{m.m} + \text{نصف سبابة الجدار}$
أي :

$$= 25\text{m.m} + \frac{230}{2} = 140\text{m.m}.$$

* حولة الرياح :

1.08 : تحوي أنظمة البناء ، بعض المعلومات والتعليقات ، التي يمكن من خلالها ، حساب الضغوط الجانبية ، التي تسببها قوى الرياح . تعدّ الأساليب الواردة في أنظمة البناء ، من الأساليب المعقّدة ، لذا فإننا سنكتفي هنا بتبني النتائج مباشرة ، إذ ستأخذ الرقم الوسطي لحمولة الرياح ، والمساوي لـ $(500N/m^2)$ ، كرقم وسطي يمثل تلك الحمولة . تتنوع حولة الرياح ، بتنوع مناطق الدراسة ، وبتنوع درجة تعرّض المبني لقوى الرياح ، حيث تتراوح قيمها ما بين (250) و $(1500N/m^2)$. يتولّد من تطبيق حولة بالمقدار المحدّد بالرقم هذا ، عند أسفل بانوه جداري ضخم ، عزوم انعطاف في وسط البانوه .

1.09 : أثبتت الأبحاث الحديثة ، أنّه يتولّد من تعرّض البانوهات غير المحمّلة لقوى الرياح ، عزوم انعطاف ذات قيم معقولة . في مثالنا هذا ، يعدّ البانوه موضوع الدراسة ، بانوها عملاً ، وغير معرّض لقوى شد ، إلّا أن إجهادات الضغط المتولّدة من قوى الرياح ، لا بدّ من إضافتها إلى الإجهادات المتولّدة من الحملات الشاقولية .

1.10 : تعتمد عمليّة تقدير قيمة عزوم الانعطاف ، المتولّدة

عن حولة الرياح ، على معرفة مدى استمرارية بنية البانوه ، ومدى جودة الوصلات الرابطة ما بين بانوهين متلاصقين . ينبغي تفهيد حواف البانوه الأربع ، بشكل يتوافق والتعليقات المتصوص عنها في أنظمة البناء . تنص أنظمة البناء ، على وجوب وضع بانوه في الأعلى ، وعلى كلّ جانب ، على أن تستند الحافة الأخفض ، على شريحة التأسيس .

1.11 : إنّ نسبة جوانب البانوه تساوي :

$$\frac{5}{3.5} = 1.43.$$

ثلاثة من جوانب البانوه مستمرة ، أمّا الجانب الأسفل فليس كذلك ، لهذا نحيل الأمر إلى العمود (٨) ، الموضّح في المخطط البياني (3) . يشير الحظ الأعلى ، على أن حامل عزم الإنعطاف لبانوه نسبة حوافه مساوية لـ (1.4) ، هو عامل قيمته تساوي (16) .

قوة الريح × البعد الأصغر للبائره

عامل عزم الإنعطاف

$$500 \times 3.5 \text{ N/m} \times 3.5$$

$$16$$

$$= 383 \text{ KN m.m/m}$$

امتداد

● إيجاد لامركزية المحصلة النهائية :

= 1.12 : يمكننا الآن معرفة لامركزية عصلة كافة الحملات المؤثرة على الجدار . يمكننا إنجاز عملية الحساب هذه ، بأخذ عزوم القوى المؤثرة حول المحور الرئيسي للجدار .

نضيف الحملات الشاقولية :

$$\text{الحملات اللامركزية الكلية} = 16.25$$

الحملة المركزية المتولدة من الأرضية الوسطية = 4.5 .

$$\text{المحصلة النهائية} = 16.25 + 4.5 = 20.75 \text{ KN/m}$$

عزم المحصلة = عزم الحملة المركزية + عزم الحملة

اللامركزية + عزم حولة الرياح .

إلا أن عزم الحملة المركزية تساوي الصفر ، لكونها

تعمل في نقطة أخط العزوم ، لهذا نجد أن :

المحصلة × المسافة المحددة للامركزيتها تساوي :

عزم قوى الرياح + (الحملة اللامركزية × المسافة المحددة للامركزيتها

المحصلة النهائية

$$= \frac{4.5 \times 140 + 383}{20.75} = 48.8 \text{ m.m.}$$

المسافة المحددة للامركزية

نسبة اللامركزية = $\frac{\text{مسافة الجدار الإجمالية}}{\text{المسافة المحددة للامركزية}}$

$$= \frac{48.8 \text{ m.m.}}{230 \text{ m.m.}} = 0.21$$

• إيجاد الإجهاد الحقيقي :

ـ 1.13 : لإيجاد الإجهاد الحقيقي في الجدار ، نرجع إلى المخطط البياني رقم (1) . تتطلب متابعة المقياس المدرج (B) ، معرفة سبائك الأجزاء الصلبة من الجدار والتي تساوي :

$$2 \times 90 = 180 \text{ m.m.}$$

نصل النقطة هذه ، بالنقطة الممثلة للحمولة الكلية المحسوبة سابقاً ، والمساوية لـ (20.75 KN/m) ، والمتواجدة على المقياس المدرج (C) . نمتد المستقيم الواصل ما بين النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (D) ، عند نقطة ، يمثل الرقم المدرج إلى جوارها ، قيمة معدل الإجهاد ، والمساوي في مثالنا هذا لـ (0.116 N/mm^2) .
نصل النقطة هذه ، بالنقطة المتواجدة على المقياس المدرج (B) ، والممثلة لنسبة لامركزية الحمولة والمساوية لـ (0.21) . نمتد الخط الواصل ما بين النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المستقيم المدرج (F) في نقطة ، يمثل الرقم المدرج إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأعظمي ، وهي القيمة المساوية لـ (0.27 N/mm^2) .

• متطلبات المونة والكتل البيتونية

المستخدمة :

ـ 1.14 : لإيجاد نوعية الكتل البنائية والمونة القادرتين على تحمل قيم الإجهادات هذه ، لا بدّ من الرجوع إلى المخطط البياني رقم (2) . يشير المقياس المدرج (G) هنا ، إلى سبائك الجدار الفعالة . وكما بيّنا سابقاً ، تساوي السبائك الفعالة للجدار المقرغ ، ثلثي مجموع سبائك جزئية الصلدين ، فهي تساوي في مثالنا :

$$2/3 \times 180 = 120 \text{ m.m.}$$

نصل النقطة الممثلة للسبائك الفعالة والمساوية لـ (120 m.m) ، والمتواجدة على المستقيم المدرج (O) ، بنقطة تمثل ارتفاع الجدار الفعّال ، متواجدة على المستقيم المدرج (H2) . في مثالنا هذا ، يعدّ الجدار موثوق بالكامل ، لذا يمكن قراءة ارتفاعه الحقيقي المساوي لـ (3.5 m) ، على للمقياس المدرج (H1) ، حيث ينقل أفقياً ، إلى المقياس المدرج (H2) ، لنحصل على القيمة المكافئة للارتفاع الفعّال ، وهو المساوي لـ (2.6 m) . نصل النقطة الممثلة للسبائك الفعّالة والمساوية لـ (120 m.m) ، للدونة على

المقياس المدرج (G) ، بالنقطة المساوية للإرتفاع الفمّال المكافئ والمساوي (2.6m) ، والمدنّون على المقياس المدرج (H2) . تمثّل المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (M) في نقطة ، ممثّل الرقم المدنّون إلى جوارها والمساوي لـ (21.9) ، نسبة نموّلة الجدار . لقد دُوّن إلى جوار تلك النسبة ، ملاحظات تفيد بأنّ اللون الواجب استخدامها ، هي مونة أضعف من تلك المدرجة في كلّ من الجدولين (4-2-ب) و (5-2) ، أي بمعنى أنّ نوعيّة اللون المطلوبة ، هي واحدة من اللون اللّاسميّة .

1.15 : تُسقط قيمة نسبة لامركزيّة الحمولة المساوية (0.21) بالجهة الأعلى ، ابتداء من المقياس الأفقي المدرج (N) ، ليتلاقى مع الخط الأفقي المُسقط من النقطة المثلثة لنسبة النحولة والمساوية لـ (21.9) ، والمدنّونة على المقياس المدرج (M) في نقطة ، تقع تقريباً في منتصف المنحنى المرقّمين بالرقمين (0.4) و (0.5) . تتّبع النقطة هذه على كلا المنحنيين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (p) في نقطة . ممثّل النقطة هذه ، والمساوية لـ (0.44) ، قيمة حامل تخفيض الإجهادات .

1.16 : إنّ إجهاد التشغيل الأعظمي المسموح به ، والمطلوب للجدار هذا ، هو الإجهاد المساوي لـ (0.27 N/mm²) . نصل النقطة هذه ، المدنّونة بقيمتها على المقياس المدرج (Q) ، بالنقطة للتواجد على المقياس المدرج (P) ، والمدنّونة بقيمتها المساوية لـ (0.44) . تمثّل المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المستقيم المدرج (L) في نقطة ، ممثّل ما هو مدنّون إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأساسي المطلوب . من الملاحظ أنّ الرقم المدنّون إلى جوار نقطة التقاطع يساوي لـ (0.61 N/mm²) ، وهي القيمة المساوية للإجهاد الأساسي المطلوب . نرجع إلى الجدولين (3-2-أ) و (3-2-ب) ، حيث نجد أنّ كتلة بيتونيّة مقاديرها تساوي (3.5 N/mm²) ، تستخدم على شكل كتلة بجزئين صلبين ، سيّاحة كلّ منها تساوي (90mm) ؛ هي كتلة كافية لإنشاء جدار قادر على تلقي الحمولات المفروضة في مثالنا هذا .

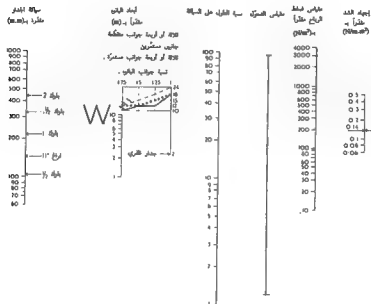
● تصميم جدار داخلي وفق الأسلوب التحليلي :

2.01 : لتحقيق، أولاً ، فيها إذا كانت سهاكة الجزء الصلد من الجدار الداخلي ، ككاف لتحمل الحمولات المقررة . تبلغ سهاكة الجزء الصلد من الجدار ، كما هو مفترض سابقاً (90m.m) . لتابع بعد ذلك الحل على المخطط البياني رقم (2) ، حيث نصل النقطة الممثلة للسهاكة الفعالة المساوية لـ (90m.m) ، والتي تقع على المقياس المدرج (G) ، بالنقطة الواقعة على المقياس المدرج (H) ، والمطابقة لإرتفاع مقداره (3.5m) ، مدوّناً إلى جوار المقياس المدرج (H1) ، حيث أنّ الجدار موثوق بالكامل . ثمّدد المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، فنلاحظ أنّ امتداد المستقيم ، يقع خارج المقياس المدرج (M) ، الممثل لنسب النحولة . يدل وقوع المستقيم ، خارج حدود المقياس المدرج ، الممثل لنسب النحولة ، على أنّ سهاكة الجدار قليلة ، إذا ما قورنت بارتفاعه .

2.02 : نعيد الإجراءات المنوّه عنها في الفقرة السابقة ، بعد افتراض أنّ سهاكة الجدار تساوي (100 m.m) . عندها

نقرأ على المقياس المدرج (M) ، مقدار نسبة النحولة المطابقة للسهاكة المساوية لـ (100 m.m) ، وهي نسبة تساوي (26.3) . نتّبع المنحنى إلى أنّ نقرأ قيمة عامل التخفيض ، المدوّن على المقياس المدرج (p) ، والمساوي لـ (0.43) . نستخدم كتلاً بيترزيّة مقاومتها تساوي (3.5 N/m^2) ، تربط بينها مونة مصنّفة تحت تلك المدرجة ضمن اللوحة (4-2) ، حيث نجد ومن اللوحة (3-2-أ) ، إنّ الإجهادات الأساسية لكتلة بيترزيّة ، ذات وجه أبعاده (390 m.m × 190 m.m) تساوي (0.67 N/m.m^2) . نجد في اللوحة (3-2-ب) ، قيماً تزيد قليلاً عن تلك القيمة ، وذلك لقطعة بيترزيّة ذات وجه أبعاده (215 mm × 440 mm) . نستخدم القيمة الأقل ، حيث نصل النقطة الممثلة للإجهاد الأساسي ، والمدوّنة على المقياس المدرج (L) ، بالنقطة التي تمّ حسابها آنفاً ، والمدوّنة على المقياس المدرج (p) . يتقاطع المستقيم المكوّن من النقطتين هاتين ، مع المقياس المدرج (Q) في نقطة ، يمثل الرقم المدوّن إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الأعظمي المسموح به ، والمساوي لـ (0.29 N/m.m^2) .

المخطط البياني (3) يستخدم المخطط البياني هذا ، لتحديد إجهاد الشد المتولد عن قوى الرياح



R S X T U V Y

- 2.03 : إن وزن وحدة المساحة لكتلة سيكتها تساوي (100m.m) هي :
أنظر الفقرة (1.03)

$$\frac{0.100 \text{ m} \times 800 \times 9.81}{1000} = 0.79 \text{ KN/m}^2$$

إن كافة الحمولات المطبقة على الجدار ، هي حمولات مركزة ، أي أن نقاط تأثيرها تقع في مركز ثقل الجدار ، الذي يبعد عن قاعدة الجدار ، مسافة تساوي (1/8) ارتفاع الجدار .

حمولة الأرضية = حمولة وحدة المساحة \times المجاز
 $1.8 \text{ KN} \times 5$ من الفقرة (1.01)
 $= 9 \text{ KN/m}$.

الوزن الذاتي = وزن وحدة المساحة \times الارتفاع
 $0.79 \times (3.5 - 0.44) = 2.42 \text{ K n/m}$
الحمولة الكلية $= 9 + 2.42 = 11.42 \text{ KN/m}$.

- 2.04 : لتابع الحل على المخطط البياني رقم (1) . نصل النقطة المثلثة لساكنة الجدار ، والمساوية لـ (100m.m) ،

والمدة على المقياس المدرج (B) ، بالنقطة الواقعة على المقياس المدرج (C) ، والمثلة للحمولة الكلية المساوية لـ (11.42KN/m) . نمثد المستقيم المكون من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (D) في نقطة ، يمثل الرقم المثلث إلى جوارها ، قيمة الإجهاد الوسطي للجدار ، المساوي لـ (0.11 N/m.m²) . يمثل الإجهاد الوسطي هذا ، الإجهاد الأعظمي ، وذلك لكون الحمولات جميعاً ، حمولات مركزة ، لنلاحظ أن قيمة الإجهاد المحسوب هذا ، هو أقل من قيمة الإجهاد المسموح به ، والذي تم حسابه في فقرة سابقة ، والمساوي (0.29N/m.m²) ، مما يهيئنا مطمئنين إلى النتائج ، وبالتالي إلى إجراءات التصميم .

في الواقع ، لو تبيننا كتلة بيتونية ، مقاومتها تساوي (2.8 N/m.m²) ، فلن الإجهادات الأساسية ، كما هو مدرج في اللوحة (3-2-1) ، ستكون مساوية لـ (0.54 N/m.m²) . إن الإجهاد المسموح به ، المستنتج من المخطط البياني رقم (2) يساوي (0.23 N/m.m²) ، وهي قيمة تظل أكبر من الإجهاد الحقيقي .

* تصميم جدار مفرغ بجزء خارجي من البلوك :

- 2.05 : هناك طريقتين ، يمكننا بها حل مشكلة إنشاء جدران خارجية ، مكونة من أجزاء خارجية مشادة من البلوك ، وأخرى داخلية مشادة من القطع البيتونية . من المعلوم ، أنَّ البلوك أكثر مقاومة للحمولات من القطع البيتونية ، إذ أنَّ مقاومة معظم قطع البلوك للكسر ، تزيد عن (20 N/m^2) ، مما يجعل من المفيد ، افتراض أنَّ الجزء الخارجي من الجدار ، هو المتلقي للحمولات كافة . في حال تبني هذا الافتراض ، يتم إدخال تأثيرات الجزء الداخلي المكون للجدار ، في الحسابات التصميمية ، فقط عند حساب نسبة التحولة . على أي حال ، لا يمكننا تبني الافتراض هذا ، لحل المثال الذي بين أيدينا ، فكلما هو ملاحظ ، يقوم الجزء الداخلي من الجدار بمفرده ، بتلقي حمولة الأرضية الوسطية . إزاء هذا الواقع ، نتبنى الحل البديل ، المعتمد على افتراض أنَّ الجدار بالكامل ، مشاداً من المائدة الأضعف مقاومة .

● تصميم جدار داخلي وخارجي وفق الأسلوب التجريبي :

- 3.01 : يمكننا استخدام ذات المثال ، لتوضيح طريقة التصميم وفق الأسلوب التجريبي .
- 3.02 : يساوي الارتفاع الكلي للجدار :
 $3.5 + 2.9 = 6.4 \text{ m}$.

يساوي طول الجدار المحصور ما بين كتافب التثبيت خمسة أمتار . تنطبق نوعية البناء ، على ما هو منصوص عليه في القاعدة (7) .

- 3.03 : تعني عبارة سبائك الجدار ، المشار إليها في أنظمة البناء ، سبائك المائدة الصلبة من الجدار . هذا يعني أنَّ سبائك الجدار تساوي :

$$100 + 100 = 200 \text{ m.m}$$

من اللوحة (5 - 2) ، ومن كون مواصفات الجدار مطابقة لتلك المدرجة تحت القاعدة السابعة ، نجد أنَّ :

$$\frac{\text{ارتفاع الطابق}}{\text{السبائك}} =$$

● تصميم البانوهات غير الحاملة :

- 4.01 : من الضروري غالباً ، التحقق من قدرة البانوهات غير الحاملة على الإستقرار ، كذلك البانوهات المشادة من البيتون المسلح ، والتي تمتد واحدة من عناصر الأبنية العالية . يحيط الشكل (٢ - ١) ، مثلاً لتلك البانوهات ، كما تظهر على واجهة المبني . تشير أنظمة البناء ، على أنّ بانوهات كهذه ، تتعرض لقوى ضغط ، منشؤها قوى الرياح السائدة ، والتي تصل وسطياً إلى حوالي $(100N/m^2)$. المطلوب التحقق فيها إذا كانت تلك البانوهات ، قادرة على الإحتفاظ باستقرارها .

● خطوات الحل :

- 4.02 : يساوي طول البانوه ، طول الجانب الأقصر من البانوه . أي أنّ طول البانوه في مثالنا يساوي $(2m)$ ، وبالتالي فإن نسبة بعدي جانبي البانوه تساوي :

$$\frac{3}{2} = 1.5$$

إنّ ارتفاع طابق المبني الموضح في الشكل (1 - 3) ، يقل عن الإرتفاع المستخدم في العملية الحسابية هذه ، إذ يقلس الإرتفاع في أنظمة البناء ، ابتداء من منسوب السطح العلوي لقاعدة الإستناد ، إلى أن نصل إلى منسوب السطح السفلي للمعاوضة التي تعلوها . إذاً ووفق هذا المفهوم ، نجد أنّ ارتفاع الطابق يساوي $(3.2m)$. وبالتالي تكون سكة الجدار المطلوب تساوي :

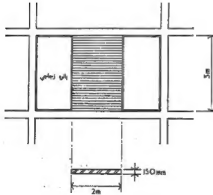
$$\frac{3.2 \times 1000}{16} = 200 \text{ m.m.}$$

وهو رقم مطابق لما تمّ التوصل إليه سابقاً .
- 3.04 : من اللوحة (5 - 2) ، نجد أنّ أبعاد الجدار الداخلي ، ترتبط مع بعضها بالملاقة التالية :

$$\text{ارتفاع الطابق} = \frac{\text{سكة الجدار}}{32} = \frac{3.2 \times 1000}{32} = 100 \text{ m.m.}$$

وهو رقم مطابق لما تمّ التوصل إليه سابقاً .

يصلها بالنقطة المتواجدة على مقياس المدرج (U) ، ونمذد البانوهات غير الحاملة ، إلى المخطط البياني رقم (3) . نصل أولاً النقطة المثلة لسكابة البانوه ، المساوية لـ (150m.m) ، والمتواجدة على المقياس المدرج (R) ، بالنقطة المثلة لطول البانوه المساوي لـ (2m) ، والمتواجدة على المقياس المدرج (S) . نمذد المستقيم المؤلف من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (T) ، الحاروي لقيم نسبة الطول إلى السكابة (L/t) . نقرأ الرقم المدون إلى جوار نقطة التقاطع ، فنجد مساوياً لـ (13.3) . نصل النقطة هذه ، إلى نقطة تمثل قيمة إجهاد ضغط الرياح المساوي لـ (100N/m²) ، والمدونة على المقياس المدرج (V) . نحدد نقطة تقاطع المستقيم هذا ، مع المستقيم (U) ، والذي ندعوه بمقياس التحول . نحدد نقطة على المقياس المدرج الأفقي (W) ، مطابقة لقيمة نسبة وجهي البانوه ، وهي النسبة المساوية لـ (1.5) . نُسقط النقطة أفقياً ، على المقياس المدرج الشاقولي (X) ، ونقرأ القيمة المثلة لبانوه ذي جانين مستمرين ، فنجدها تساوي للرقم (12) . نرسم من النقطة هذه ، مستقيماً



4.03 - نحيل عملية حساب إجهاد الشد المطبق على البانوهات غير الحاملة ، إلى المخطط البياني رقم (3) . نصل أولاً النقطة المثلة لسكابة البانوه ، المساوية لـ (150m.m) ، والمتواجدة على المقياس المدرج (R) ، بالنقطة المثلة لطول البانوه المساوي لـ (2m) ، والمتواجدة على المقياس المدرج (S) . نمذد المستقيم المؤلف من النقطتين هاتين ، إلى أن يتقاطع مع المقياس المدرج (T) ، الحاروي لقيم نسبة الطول إلى السكابة (L/t) . نقرأ الرقم المدون إلى جوار نقطة التقاطع ، فنجد مساوياً لـ (13.3) . نصل النقطة هذه ، إلى نقطة تمثل قيمة إجهاد ضغط الرياح المساوي لـ (100N/m²) ، والمدونة على المقياس المدرج (V) . نحدد نقطة تقاطع المستقيم هذا ، مع المستقيم (U) ، والذي ندعوه بمقياس التحول . نحدد نقطة على المقياس المدرج الأفقي (W) ، مطابقة لقيمة نسبة وجهي البانوه ، وهي النسبة المساوية لـ (1.5) . نُسقط النقطة أفقياً ، على المقياس المدرج الشاقولي (X) ، ونقرأ القيمة المثلة لبانوه ذي جانين مستمرين ، فنجدها تساوي للرقم (12) . نرسم من النقطة هذه ، مستقيماً

● تصميم أسوار الحدائق :

5.01 : المطلوب إيجاد الإرتفاع المسموح به ، لسور حديقة مشاد من البلوك ، بساكة (225m.m) ، إن كان ضغط الرياح المتوقع على واجهة السور يساوي (600N/m²) .

✳ خطوات الحل :

5.02 : لا يتلق الجدار المثّل لسور الحديقة أوزاناً ، سوى وزنه الذاتي . لذا يمكن إدراجه ضمن قائمة البانوهات غير الحاملة . نستخدم للوصول إلى الحل ، المخطط البياني رقم (3) . نبدأ الحل من المقياس المدرج (Y) ، التواجد على الجهة اليمنى . نصل النقطة المثلة للإجهاد المسموح به ، المساوي لـ (0.14N/m.m²) ، بالنقطة المتواجدة على المقياس المدرج (X) ، المطابقة للعامل المساوي لـ (2) . يتقاطع المستقيم المؤلف من النقطتين هاتين ، مع المقياس المدرج (U) في نقطة . نصل النقطة هذه ، بالنقطة المثلة لضغط الرياح المساوي افتراضاً لـ (600N/m²) ، المتواجدة على المقياس المدرج

(V) . يتقاطع المستقيم المؤلف من النقطتين هاتين ، مع المقياس المدرج (T) في نقطة . نقرأ الرقم المدوّن إلى جوار نقطة التقاطع ، الممثل لقيمة النسبة (٩٤) ، فنجد مساوياً لـ (8.8) . نصل النقطة هذه ، بالنقطة المثلة لساكة الجدار ، والمتواجدة على المقياس المدرج (R) ، فنحصل على الارتفاع الأعظمي للجدار ، المساوي لـ (1.98m) . تحقيق إجهاد القص :

5.03 : إنّ القوّة الإجمالية الأفقية ، المطبقة على طول الجدار تساوي :

$$600 \times 2 = 1200 \text{ N.}$$

لذا يكون إجهاد القص المطبق على الوصلة الأضعف مساوياً لـ :

$$\frac{\text{القوة الإجمالية}}{\text{المساحة}} = \frac{1200}{225 \text{ m.m} \times 1000 \text{ m.m}} = 0.005 \text{ N/m.m}^2$$

إن القيمة هذه ، أصغر من قيمة إجهاد القص المسموح به والمساوي لـ (0.28N/m.m²) . لذا فإن الجدار بأبعاده هذه ، قادراً على تحمّل إجهادات القص ، المتولدة عن قوى الرياح المفترضة .

